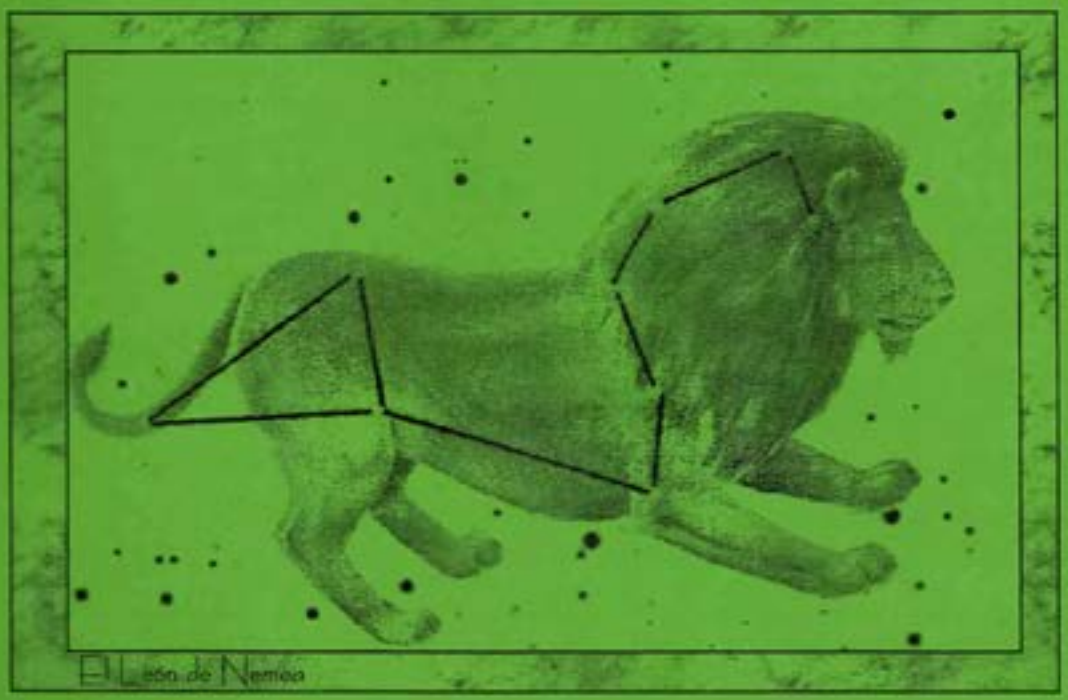
LEO

Asociación Leonesa de Astronomía

2000

Enero- Febrero-Marzo nº 53



Asociación Leonesa de Astronomía
Apartado 1236
24080 León

Asociación Leonesa de Astronomía

Presidente:
José María Pérez
Vicepresidentes:
José Luis Montero
Francisco Martínez
Jesús San José
Secretaria:
Raquel Casado
Tesorero:
José María Pereira
Vocales:
Iván Campo
César Blanco

Director:
José María Pérez
Edición:
José María Pérez
Iván Campo
Archivo y documentación:
José María Pérez
Diseño:
Iván Campo
Sistemas informáticos:
Iván Campo
Colaboraciones:
Saúl Blanco
Javier Soto
Héctor de Dios

Edita:
Asociación Leonesa de Astronomía. Ap° de correos *1236. 24080* León.
Teléfono: 987 260510
e-mail: astroleo@lacaja.net
Web:
http://organizaciones.bornet.es/astroleo/

Imprime:
Gráficas Celarayn

Revista de la Asociación Leonesa de Astronomía.
Asociación inscrita en el Registro Provincial de Asociaciones el día 7 de abril de 1986 con el n° 739
Revista con deposito legal LE 858-1990
Las suscripciones a la Asociación se pueden realizar personándose en el local de la asociación o por carta.

LEO

Primer trimestre
Enero- Febrero- Marzo N° 53

Sumario

Editorial..... 2

Avisos y noticias..... 3

Sistema Solar..... 5

La Luna..... 8

Júpiter..... 11

Mapas..... 14

Eclipse total de Luna..... 18

Efemérides para todo el año..... 19

Tratamiento de imágenes astronómicas..... 21

La Biblioteca..... 26

17 de noviembre de 1999, La noche de las estrellas..... 28

El estudio comparado entre el Sol y las estrellas..... 33

Chao y Héctor con el "botijo" en el local de la Asociación

EDITORIAL

En este final de año se ha acelerado el ritmo de las gestiones que estamos llevando a cabo con el fin de que las XIV Jornadas Estatales de Astronomía, que se celebrarán en el próximo mes de setiembre en León, sean un éxito en todos los aspectos.

Son laboriosas las gestiones para traer a León unos conferenciantes de categoría acorde con la importancia de las Jornadas. Hasta ahora, se puede decir que hay dos comprometidos en firme, y si no tenemos más es porque ahora mismo estamos concentrando todos nuestros esfuerzos en conseguir que venga a León, durante las Jornadas, el astronauta Pedro Duque, y si es posible, al acto inaugural. Nos consta que esto es extraordinariamente difícil, pero por el momento no arrojamos la toalla.

Está ya constituido el Comité de Honor de las Jornadas, cuya Presidencia hemos ofrecido a S.A.R. don Felipe de Borbón. Formarán parte de este Comité el Presidente de la Comunidad, el Delegado Territorial de la misma en León, el Presidente de la Diputación, el Alcalde de León, el Rector de la Universidad y el Presidente de Caja España. A todos ellos les hemos entregado ya la invitación correspondiente.

Dentro de unos días, distribuiremos a todas las Asociaciones de Astronomía la segunda circular sobre las Jornadas. Deseamos que la asistencia sea nutrida: el número ideal sería de algo más de 200 participantes, e insistimos en que nos gustaría que prácticamente todos los miembros de nuestra Asociación lo fuesen. Realmente, es un congreso barato: las 4.000 pesetas de la cuota de inscripción incluyen la visita a Astorga y las Médulas con todos los gastos pagados, un concierto gratuito de la Orquesta Sinfónica de Castilla y León, la entrada a todas las exposiciones, los ágapes institucionales y congresuales, los pequeños regalos típicos de cualquier congreso, etc.

Confiamos en que el Observatorio Astronómico esté terminado a tiempo y se pueda inaugurar oficialmente al comienzo de las Jornadas. En el momento de cerrar la edición de este número de nuestra revista, el terreno está allanado y listo para que se inicie la cimentación, pero nada más. Nos gustaría dar otras noticias, pero esa es la realidad. En una próxima visita al Alcalde, le hablaremos de este tema, que empieza a preocuparnos.

¡Feliz año! ¡Y valor para soportar a la "plasta" del efecto 2000!

LA REDACCIÓN

AVISOS

Durante los meses de enero, febrero y marzo continuarán las reuniones semanales de los martes no festivos, de 20 a 22 horas, en el local de la Asociación.

No habrá reuniones los días 4 de enero (vacaciones escolares) y 7 de marzo (martes de carnaval).

Se recuerda que el teléfono de la Asociación es el 987 26 05 10 y que se atenderán directamente todas las consultas que se hagan por teléfono los martes de 20 a 22 horas. Las consultas que se dejen en el contestador automático en cualquier otro momento se contestarán conforme se revise el contestador.

NOTICIAS

Cobro de las cuotas anuales

Durante el mes de enero se pondrá al cobro la cuota anual de la Asociación, que es en la actualidad, de 4.000 pesetas (24,04 euros).

Segunda circular sobre las XIV Jornadas Estatales de Astronomía

Incluimos en este número el texto íntegro de la segunda circular que hemos distribuido entre las distintas Asociaciones Astronómicas de España.

Cualquier sugerencia sobre la misma será bienvenida y la Junta Directiva de la Asociación Leonesa de Astronomía la estudiará con interés.

Por otra parte, se advierte a nuestros socios que, en cuanto a la cuota de inscripción en las Jornadas, no podemos establecer diferencias entre nosotros y los miembros de otras Asociaciones, de forma que los que deseemos asistir a los actos programados, y esperamos que lo seamos todos, deberemos abonar las 4.000 pesetas de la citada cuota en la cuenta de la Asociación, dentro del plazo fijado.

Junta Anual de la Asociación

En fechas próximas enviaremos la convocatoria para la Junta Anual de la Asociación. Os pedimos encarecidamente la asistencia, por ser la última Junta Anual anterior a la celebración de las Jornadas Estatales de León.

Lista de los miembros de la Asociación

También incluimos en hoja aparte una lista actualizada a 31 de diciembre de 1999 de quienes constituimos la Asociación Leonesa de Astronomía, junto con sus teléfonos. Rogamos a quien observe algún error en los datos que nos lo comunique con la mayor brevedad.

Durante 1999 han causado baja 3 socios (Roberto Alunda Espinosa, Julián Fernández Salazar y José Jorge García Fidalgo) y ha habido 9 altas: Francisco Javier Álvarez Rodríguez, Mercedes Arias Fernández, Luis Cabrera Manzanares, Faustino del Canto Cabero, Ricardo Chao Prieto, Tina Fernández Rodríguez, Benjamín González Alonso, Carlos Rodríguez Magallón y Manuel Sirgo Álvarez.

Observatorio Astronómico

Al cierre de este número de nuestra revista, las obras del Observatorio Astronómico del Coto Escolar avanzan, aunque a ritmo lento, debido al mal tiempo propio de estos meses. La empresa constructora es de Ponferrada y se llama QUINDIMIL.

XIV Jornadas Estatales de Astronomía

La organización de las Jornadas Estatales de Astronomía, que tendrán lugar del 12 al 17 del próximo mes de setiembre va a buen ritmo.

Como ya hemos dicho, las reuniones y conferencias se celebrarán en el edificio de la Delegación Territorial de la Junta de Castilla y León, sito en las Eras de Renueva.

La Delegación Territorial de la Junta pone a nuestra disposición su Salón de Actos y los espacios anejos, incluida la Sala que normalmente se dedica a exposiciones.

En esta Sala se dispondrá la exposición del material de observación y las publicaciones que aportarán diversas firmas nacionales y también algunas leonesas. Esta exposición estará abierta al público durante los días 12 al 16 y los expositores podrán vender el material expuesto.

En el gran vestíbulo circular del edificio quizá se instale un pequeño planetario portátil y una zona donde se proyectarán vídeos de astronomía.

En el amplio pasillo de la planta baja por donde se accede al Salón de Actos se dispondrá lo necesario para que cada Asociación que lo solicite disponga de un espacio donde exponer datos acerca de sus actividades.

En los descansos de media mañana entre ponencias y mesas de trabajo se servirá algún tentempié a los asistentes al Congreso.

Siguiendo la tradición, hemos invitado a S.A.R. el Príncipe de Asturias a presidir el Comité de Honor de las Jornadas. Este Comité de Honor lo integrarán, además, el Presidente de la Junta de Castilla y León, el Delegado Territorial de la Junta en León, el Presidente de la Diputación, el Alcalde de León, el Rector de la Universidad y el Presidente de Caja España.

Habrá cuatro conferencias que impartirán figuras prestigiosas de la Astronomía española. Se han comprometido en firme Rafael Rebolo, astrofísico del I. A. C., y Juan Pérez Mercader, director del Instituto Nacional de Astrobiología. Estamos intentando que Pedro Duque, el astronauta español, dé otra de las conferencias. Y aún tenemos otras personas en el tintero para completar el cuadro. Las conferencias las patrocina Caja España.

Como actos lúdicos, habrá una visita a las Médulas en autobuses que pondrá a nuestra disposición la Diputación Provincial; una recepción oficial con vino español en la propia Diputación Provincial; y un concierto en el Teatro Emperador de la Orquesta Sinfónica de Castilla y León, subvencionado por la Junta y por el Ayuntamiento.

El último acto común para todos los congresistas será la cena del día 16, sábado, en la que se entregarán los premios a los ganadores en los diferentes concursos. El coste de la cena será lo único que deberán abonar los congresistas, al margen de la cuota de inscripción y, naturalmente, de los gastos de desplazamiento y alojamiento en el caso de los que vienen de otros puntos del país.

Por supuesto, todavía hay muchos cabos que atar y agradeceremos la colaboración de todos los que podáis aportar parte de vuestro tiempo libre y vuestras relaciones públicas. Por este motivo, es importante una asistencia nutrida a la próxima Junta Anual de la Asociación.

EFEMÉRIDES DEL SOL Y LOS PLANETAS PARA LEÓN
HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.).

Enero

ASTRO	COORDENADAS A 0:00 T.U. A.R.	DEC	HORA SALIDA	HORA CULMINACIÓN	HORA PUESTA
	h m	° '	h m	h m	h m
DÍA 1					
Sol	18: 43	-23: 04	07: 52	12: 25	17: 00
Mercurio	18: 05	-24: 23	07: 22	11: 48	16: 15
Venus	15: 57	-18: 19	04: 47	09: 39	14: 33
Marte	22: 01	-13: 19	10: 28	15: 42	20: 57
Júpiter	01: 36	+08: 37	12: 40	19: 15	01: 50
Saturno	02: 35	+12: 35	13: 23	20: 14	03: 04
Urano	21: 10	-17: 01	09: 52	14: 50	19: 48
Neptuno	20: 22	-19: 13	09: 13	14: 02	18: 50
Día 15					
Sol	19: 44	-21: 17	07: 49	12: 31	17: 14
Mercurio	19: 43	-23: 20	08 00	12: 30	17: 04
Venus	17: 08	-21: 19	05: 16	09: 55	14: 36
Marte	22: 42	-09: 14	09: 58	15: 27	20: 59
Júpiter	01: 39	+09: 00	11: 46	18: 23	01: 00
Saturno	02: 34	+12: 37	12: 28	19: 18	02: 09
Urano	21: 13	-16: 48	08: 59	13: 58	18: 57
Neptuno	20: 24	-19: 07	08: 20	13: 09	17: 58

➢ FENÓMENOS

Día 4: La Luna a la máxima distancia de la Tierra en todo el año 2000 (406.418 km).
Día 4: Perihelio de la Tierra
Día 4: Día del año en que el Sol sale más tarde
Día 16: Conjunción superior de Mercurio
Día 21: Eclipse total de Luna visible desde León
Día 21: Luna llena aparentemente más grande del año
Día 24: Conjunción de Neptuno

➢ VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS

Mercurio: Inobservable
Venus: Sigue en buenas condiciones de observación en las horas previas al amanecer
Marte: Visible próximo al horizonte Oeste una vez que ha oscurecido
Júpiter: Visible hasta pasada la medianoche.
Saturno: Visible hasta bastante después de la medianoche
Urano y Neptuno: Visibles con dificultad después de oscurecer hacia el Sudoeste

➢ LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

Durante este mes, se podrán observar las siguientes lluvias de estrellas fugaces:

Nombre del enjambre	Día del máximo	Número medio de apariciones por hora	Coordenadas del radiante A.R.	δ
Cuadrántidas	3	50	15h 30m	+50°

EFEMÉRIDES DEL SOL Y LOS PLANETAS PARA LEÓN
HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.).

Febrero

ASTRO	COORDENADAS A 0:00 T.U. A.R.	DEC	HORA SALIDA	HORA CULMINACIÓN	HORA PUESTA
	h m	° '	h m	h m	h m
DÍA 1					
Sol	20: 56	- 17: 21	07: 36	12: 35	17: 36
Mercurio	21: 42	- 15: 31	08: 17	13: 22	18: 31
Venus	18: 38	- 22: 22	05: 43	10: 18	14: 55
Marte	23: 30	- 03: 58	09: 20	15: 09	21: 00
Júpiter	01: 46	+09: 44	10: 44	17: 23	00: 02
Saturno	02: 36	+12: 49	11: 21	18: 13	01: 04
Urano	21: 17	-16: 30	07: 55	12: 55	17: 55
Neptuno	20: 26	-18: 58	07: 15	12: 05	16: 54
DÍA 15					
Sol	21: 51	- 12: 59	07: 19	12: 36	17: 54
Mercurio	22: 59	- 05: 32	07: 59	13: 42	19: 28
Venus	19: 52	- 20: 51	05: 55	10: 37	15: 21
Marte	00: 09	+00: 27	08: 47	14: 53	21: 00
Júpiter	01: 53	+10: 31	09: 53	16: 36	23: 19
Saturno	02: 38	+13: 05	10: 28	17: 20	00: 13
Urano	21: 20	- 16: 16	07: 02	12: 03	17: 04
Neptuno	20: 28	- 18: 50	06: 21	11: 12	16: 02

➢ FENÓMENOS

Día 5: Eclipse parcial de Sol invisible en España
Día 6: Conjunción de Urano con el Sol
Día14: Máxima elongación de Mercurio al Este del Sol

➢ VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS

Mercurio: En torno al día 14, buena ocasión para observarlo después de la puesta del Sol. En hoja aparte se incluye un mapa para facilitar su observación.
Venus: Sigue visible de madrigada, desde casi dos horas antes de salir el Sol
Marte: También sigue visible hacia el Oeste, hasta casi tres horas después de ponerse el Sol
Júpiter: Visible desde que se pone el Sol hasta la medianoche
Saturno: Visible desde la puesta del Sol hasta poco después de la medianoche
Urano y Neptuno: Prácticamente invisibles

➢ LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

Durante este mes, se podrán observar las siguientes lluvias de estrellas fugaces:

Nombre del enjambre	Día del máximo	Número medio de apariciones por hora	Coordenadas del radiante A.R.	δ

No hay lluvias importantes de estrellas durante este mes

EFEMÉRIDES DEL SOL Y LOS PLANETAS PARA LEÓN
HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.).

Marzo

ASTRO	COORDENADAS A 0:00 T.U. A.R.	DEC	HORA SALIDA	HORA CULMINACIÓN	HORA PUESTA
	h m	° '	h m	h m	h m
DÍA 1					
Sol	22: 49	- 07: 33	06: 57	12: 34	18: 13
Mercurio	22: 48	- 03: 38	06: 41	12: 31	18: 17
Venus	21: 09	- 17: 02	05: 56	10: 54	15: 55
Marte	00: 51	+ 05: 06	08: 13	14: 35	20: 59
Júpiter	02: 04	+ 11: 29	09: 01	15: 47	22: 34
Saturno	02: 42	+ 13: 28	09: 31	16: 26	23: 20
Urano	21: 23	- 16: 00	06: 05	11: 07	16: 10
Neptuno	20: 31	- 18: 43	05: 24	10: 15	15: 06
DÍA 15					
Sol	23: 41	- 02: 06	06: 33	12: 30	18: 30
Mercurio	22: 17	- 09: 20	05: 38	11: 06	16: 34
Venus	22: 17	- 11: 50	05: 48	11: 07	16: 29
Marte	01: 29	+ 09: 13	07: 41	14: 18	20: 58
Júpiter	02: 14	+ 12: 28	08: 12	15: 03	21: 54
Saturno	02: 47	+ 13: 54	08: 40	15: 35	22: 32
Urano	21: 26	- 15: 47	05: 12	10: 15	15: 18
Neptuno	20: 32	- 18: 37	04: 30	09: 21	14: 13

➢ FENÓMENOS

Día 1: Conjunción inferior de Mercurio
Día 20: Comienza la Primavera a las 7:31 horas
Día 26: Implantación del horario de verano (adelanto de una hora en los relojes)
Día 28: Máxima elongación de Mercurio al Oeste del Sol

➢ VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS

Mercurio: Prácticamente invisible. Aunque alcanza su máxima elongación al Oeste del Sol el día 28, su posición respecto del Sol dificulta su visibilidad al amanecer.
Venus: En la primera quincena, todavía es visible al amanecer.
Marte: Se pone unas dos horas después que el Sol, pero su observación es difícil.
Júpiter: Visible próximo al horizonte Oeste durante las primeras horas de la noche.
Saturno: También hacia el Oeste, por encima de Júpiter, hasta más de tres horas después de ponerse el Sol.
Urano y Neptuno: Muy a finales de mes empiezan a ser observables, próximos al horizonte Este, poco antes de que comience a amanecer.

➢ LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

Durante este mes, se podrán observar las siguientes lluvias de estrellas fugaces:

Nombre del enjambre	Día del máximo	Número medio de apariciones por hora	Coordenadas del radiante A.R.	δ

No hay lluvias importantes de estrellas durante este mes

La Luna
Enero

➢ Fases de la Luna

DÍA	FASE	HORA	COORDENADAS A.R.	COORDENADAS DEC	SALE	CULMINA	SE PONE
		h m	h m	° '	h m	h m	h m
6	Luna nueva	18: 15	19: 05	-21: 29	07: 29	12: 15	17: 02
14	C. Creciente	13: 35	01: 38	+03: 45	12: 07	18: 34	00: 04
21	Luna llena	04: 42	08: 08	+19: 15	17: 54	00: 22	07: 56
28	C. Menguante	07: 59	14: 27	-09: 46	00: 40	06: 20	11: 53

➢ Ocultaciones de estrellas por la luna

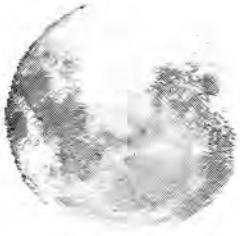
Desaparición Día	Desaparición h m s	Borde	Reaparición Día	Reaparición h m s	Borde	Magnitud estrella
10	19: 35: 25	O	10	20: 35: 33	I	6,4
11	17: 50: 21	O	11	18: 53: 55	I	4,2
11	18: 52: 38	O	11	19: 47: 03	I	4,4
15	21: 38: 30	O	15	22: 49: 22	I	4,3
25	06: 41: 35	I	25	07: 03: 12	O	5,4

➢ Curiosidades

	DÍA	HORA	DISTANCIA (km)	DIÁMETRO APARENTE
APOGEO	4	12: 45	406.418	29,4'
PERIGEO	19	22: 33	359.356	33,3'

Día en que culmina más alto: 19 de enero a 67° 58'
Día en que culmina más bajo: 6 de enero a 25° 40'

La Luna
Febrero



➢ Fases de la Luna

DÍA	FASE	HORA	COORDENADAS A.R.	DEC	SALE	CULMINA	SE PONE
		h m	h m	° '	h m	h m	h m
5	Luna nueva	13: 05	21: 15	-17: 52	07: 36	12: 37	17: 42
12	C. Creciente	23: 22	03: 27	+13: 18	11: 14	18: 12	00: 11
19	Luna llena	16: 28	10: 16	+12: 49	17: 53	00: 03	07: 16
27	C. Menguante	03: 57	16: 29	-18: 06	01: 26	06: 29	11: 28

➢ Ocultaciones de estrellas por la Luna

Desaparición Día	h m s	Borde	Reaparición Día	h m s	Borde	Magnitud estrella
11	20: 21: 27	O	11	20: 57: 12	I	4,3
13	22: 39: 26	O	13	23: 44: 31	I	5,6
15	23: 54: 24	O	16	01: 00: 22	I	6,2
16	00: 37: 03	O	16	01: 20: 42	I	4,2
25	05: 22: 42	I	25	06: 18: 33	O	5,8

➢ Curiosidades

	DÍA	HORA	DISTANCIA (km)	DIÁMETRO APARENTE
APOGEO	1	01: 35	405.618	29,5'
PERIGEO	17	02: 46	364.474	32,8'

Día en que culmina más alto: 15 de febrero a 67° 51'
Día en que culmina más bajo: 2 de febrero a 25° 43'

La Luna
Marzo

➢ Fases de la Luna

DÍA	FASE	HORA	COORDENADAS A.R.	COORDENADAS DEC	SALE	CULMINA	SE PONE
		h m	h m	° '	h m	h m	h m
9	Luna nueva	05: 19	23: 16	-09: 22	07: 15	12: 54	18: 41
13	C. Creciente	07: 00	05: 31	+19: 08	11: 19	18: 56	01: 30
20	Luna llena	04: 45	12: 04	+03: 23	19: 01	00: 28	06: 53
28	C. Menguante	10: 24	18: 36	-21: 44	01: 59	06: 45	11: 30

➢ Ocultaciones de estrellas por la Luna

Desaparición Día	Desaparición h m s	Desaparición Borde	Reaparición Día	Reaparición h m s	Reaparición Borde	Magnitud estrella
12	22: 28: 35	O	12	23: 20: 13	I	5,0
13	20: 39: 02	O	13	21: 22: 48	I	4,6
14	19: 42: 13	O	14	20: 54: 31	I	3,8

➢ Curiosidades

	DÍA	HORA	DISTANCIA (km)	DIÁMETRO APARENTE
APOGEO	27	17: 31	404.163	29,6'
PERIGEO	14	23: 06	369.543	32,3'

Día en que culmina más alto: 14 de marzo a 68° 06'
Día en que culmina más bajo: 1 de marzo a 25° 40'

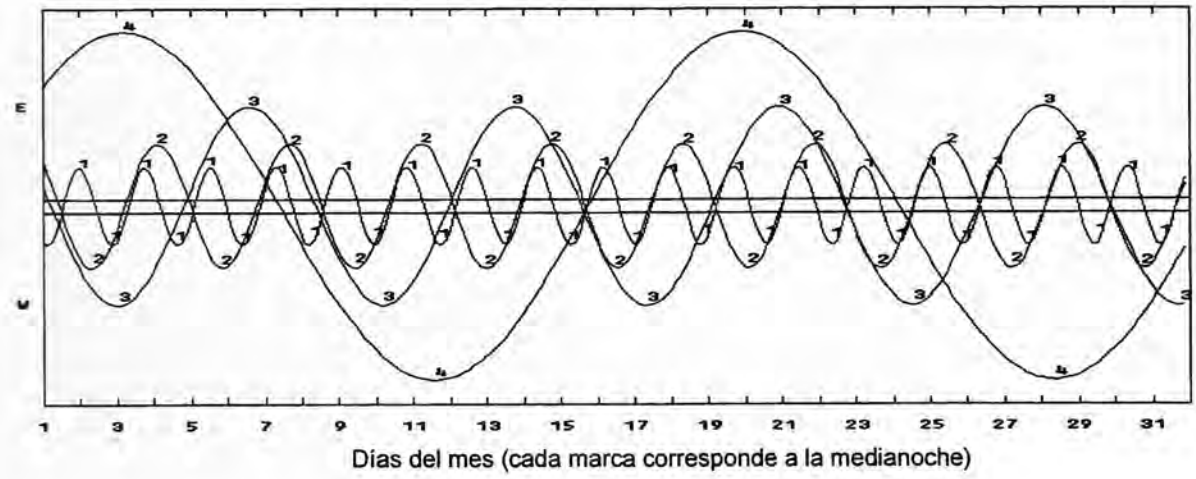
Satélites de Júpiter. Enero 2000

I - Io. II - Europa. III - Ganimedes. IV - Calisto

E - Eclipse.
O - Ocultación.
T - Tránsito del satélite por delante del disco del planeta.
S - Proyección de la sombra del satélite sobre el disco del planeta.
c - comienzo del fenómeno.
f - final del fenómeno.

D	h	m	Sat	Fen
1	4	29	III	Tc
	6	47	III	Tf
	9	43	II	Tc
	9	51	III	Sc
	11	54	III	Sf
	12	13	II	Tf
	12	16	II	Sc
	12	24	I	Oc
	14	45	II	Sf
	15	51	I	Ef
2	9	36	I	Tc
	10	54	I	Sc
	11	46	I	Tf
	13	03	I	Sf
3	4	06	II	Oc
	6	41	II	Of
	6	48	II	Ec
	6	52	I	Oc
	9	21	II	Ef
	10	20	I	Ef
4	4	04	I	Tc
	5	23	I	Sc
	6	14	I	Tf
	7	32	I	Sf
	18	13	III	Oc
	20	36	III	Of
	22	58	II	Tc
	23	43	III	Ec
5	1	20	I	Oc
	1	29	II	Tf
	1	34	II	Sc
	1	48	III	Ef
	4	03	II	Sf
	4	49	I	Ef
	22	33	I	Tc
	23	52	I	Sc
6	0	43	I	Tf
	2	01	I	Sf
	17	23	II	Oc
	19	48	I	Oc
	19	58	II	Of
	20	08	II	Ec
	22	41	II	Ef
	23	17	I	Ef
7	17	01	I	Tc
	18	21	I	Sc
	19	11	I	Tf
	20	30	I	Sf
8	8	21	III	Tc
	10	42	III	Tf
	12	15	II	Tc
	13	54	III	Sc
	14	16	I	Oc
	14	46	II	Tf
	14	52	II	Sc
	15	56	III	Sf
	17	21	II	Sf
	17	46	I	Ef
9	11	30	I	Tc
	12	50	I	Sc
	13	40	I	Tf
	14	59	I	Sf
10	6	41	II	Oc
	8	45	I	Oc
	9	16	II	Of
	9	27	II	Ec
	12	00	II	Ef
	12	15	I	Ef
11	5	58	I	Tc
	7	19	I	Sc
	8	08	I	Tf
	9	28	I	Sf
	22	09	III	Oc
12	0	33	III	Of
	1	31	II	Tc
	3	13	I	Oc
	3	46	III	Ec
	4	03	II	Tf
	4	10	II	Sc
	5	50	III	Ef
	6	39	II	Sf
	6	44	I	Ef
13	0	27	I	Tc
	1	48	I	Sc
	2	37	I	Tf
	3	57	I	Sf
	20	00	II	Oc
	21	42	I	Oc
	22	35	II	Of
	22	47	II	Ec
14	1	13	I	Ef
	1	20	II	Ef
	18	56	I	Tc
	20	17	I	Sc
	21	06	I	Tf
	22	27	I	Sf
15	12	19	III	Tc
	14	41	III	Tf
	14	49	II	Tc
	16	11	I	Oc
	17	20	II	Tf
	17	29	II	Sc
	17	57	III	Sc
	19	42	I	Ef
	19	57	II	Sf
	19	58	III	Sf
16	13	25	I	Tc
	14	46	I	Sc
	15	35	I	Tf
	16	56	I	Sf
17	9	19	II	Oc
	10	40	I	Oc
	11	55	II	Of
	12	06	II	Ec
	14	11	I	Ef
	14	39	II	Ef
18	7	54	I	Tc
	9	15	I	Sc
	10	04	I	Tf
	11	25	I	Sf
19	2	10	III	Oc
	4	07	II	Tc
	4	35	III	Of
	5	09	I	Oc
	6	38	II	Tf
	6	47	II	Sc
	7	48	III	Ec
	8	39	I	Ef
	9	15	II	Sf
	9	51	III	Ef
20	2	23	I	Tc
	3	44	I	Sc
	4	33	I	Tf
	5	54	I	Sf
	22	39	II	Oc
	23	38	I	Oc
21	1	15	II	Of
	1	26	II	Ec
	3	08	I	Ef
	3	59	II	Ef
	20	52	I	Tc
	22	14	I	Sc
	23	02	I	Tf
22	0	23	I	Sf
	16	23	III	Tc
	17	25	II	Tc
	18	07	I	Oc
	18	46	III	Tf
	19	57	II	Tf
	20	05	II	Sc
	21	37	I	Ef
	21	59	III	Sc
	22	33	II	Sf
23	0	00	III	Sf
	15	21	I	Tc
	16	43	I	Sc
	17	32	I	Tf
	18	52	I	Sf
24	11	59	II	Oc
	12	36	I	Oc
	14	35	II	Of
	14	45	II	Ec
	16	06	I	Ef
	17	18	II	Ef
25	9	51	I	Tc
	11	12	I	Sc
	12	01	I	Tf
	13	21	I	Sf
26	6	15	III	Oc
	6	44	II	Tc
	7	05	I	Oc
	8	41	III	Of
	9	16	II	Tf
	9	23	II	Sc
	10	35	I	Ef
	11	50	III	Ec
	11	51	II	Sf
	13	53	III	Ef
27	4	20	I	Tc
	5	41	I	Sc
	6	30	I	Tf
	7	50	I	Sf
28	1	20	II	Oc
	1	34	I	Oc
	3	56	II	Of
	4	05	II	Ec
	5	04	I	Ef
	6	38	II	Ef
	22	50	I	Tc
29	0	10	I	Sc
	1	00	I	Tf
	2	19	I	Sf
	20	03	I	Oc
	20	04	II	Tc
	20	30	III	Tc
	22	36	II	Tf
	22	41	II	Sc
	22	54	III	Tf
	23	32	I	Ef
30	1	10	II	Sf
	2	02	III	Sc
	4	03	III	Sf
	17	19	I	Tc
	18	39	I	Sc
	19	29	I	Tf
	20	48	I	Sf
31	14	33	I	Oc
	14	41	II	Oc
	17	18	II	Oc
	17	25	II	Ec
	18	01	I	Ef
	19	57	II	Ef

GRÁFICO DEL MES



Días del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

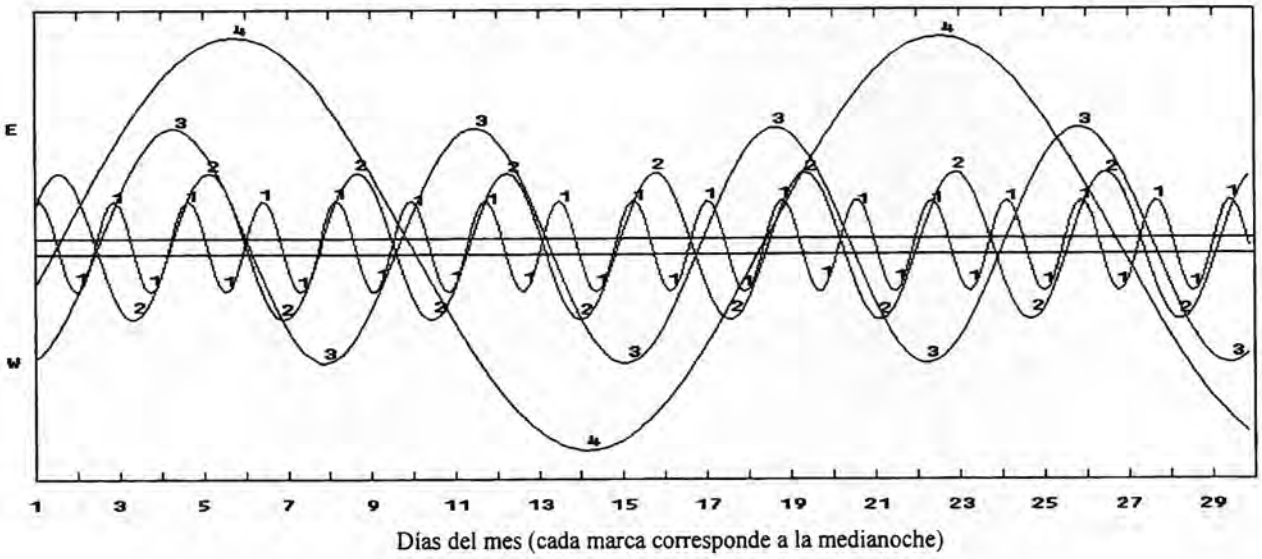
Satélites de Júpiter. Febrero 2000

I - Io. II - Europa. III - Ganimedes. IV – Calisto.

E- Eclipse.
O- Ocultación.
T- Tránsito del satélite por delante del disco del planeta.
S- Proyección de la sombra del satélite sobre el disco del planeta.
c- comienzo del fenómeno
f- final del fenómeno

d h m		d h m		d h m		d h m	
1 11 50	I Tc	7 22 37	II Ef	15 15 48	I Tc	22 19 58	I Tf
13 9	I Sc			17 1	I Sc	21 6	I Sf
14 0	I Tf	8 13 48	I Tc	17 58	I Tf		
15 18	I Sf	15 5	I Sc	19 10	I Sf	23 14 59	I Oc
		15 59	I Tf			17 32	II Tc
2 9 3	I Oc	17 14	I Sf	16 13 0	I Oc	18 17	I Ef
9 25	II Tc			14 48	II Tc	19 47	II Sc
10 25	III Oc	9 11 1	I Oc	16 21	I Ef	20 5	II Tf
11 57	II Tf	12 6	II Tc	17 11	II Sc	22 17	II Sf
11 59	II Sc	14 26	I Ef	17 21	II Tf	23 12	III Oc
12 31	I Ef	14 35	II Sc	18 53	III Oc		
12 51	III Of	14 37	III Oc	19 41	II Sf	24 1 38	III Of
14 28	II Sf	14 38	II Tf	21 19	III Of	4 0	III Ec
15 54	III Ec	17 4	III Of	23 58	III Ec	6 0	III Ef
17 56	III Ef	17 5	II Sf			12 18	I Tc
		19 56	III Ec	17 1 58	III Ef	13 26	I Sc
3 6 19	I Tc	21 57	III Ef	10 18	I Tc	14 28	I Tf
7 38	I Sc			11 30	I Sc	15 35	I Sf
8 30	I Tf	10 8 18	I Tc	12 28	I Tf		
9 47	I Sf	9 34	I Sc	13 39	I Sf	25 9 29	I Oc
		10 29	I Tf			12 23	II Oc
4 3 33	I Oc	11 43	I Sf	18 7 30	I Oc	12 46	I Ef
4 4	II Oc			9 35	II Oc	17 14	II Ef
6 40	II Of	11 5 31	I Oc	10 50	I Ef		
6 45	II Ec	6 49	II Oc	14 35	II Ef	26 6 48	I Tc
7 0	I Ef	8 55	I Ef			7 55	I Sc
9 17	II Ef	11 56	II Ef	19 4 48	I Tc	8 59	I Tf
				5 59	I Sc	10 4	I Sf
5 0 49	I Tc	12 2 48	I Tc	6 58	I Tf		
2 7	I Sc	4 3	I Sc	8 8	I Sf	27 3 59	I Oc
3 0	I Tf	4 59	I Tf			6 55	II Tc
4 16	I Sf	6 12	I Sf	20 2 0	I Oc	7 14	I Ef
22 2	I Oc			4 10	II Tc	9 5	II Sc
22 45	II Tc	13 0 0	I Oc	5 19	I Ef	9 28	II Tf
		1 27	II Tc	6 29	II Sc	11 35	II Sf
6 0 42	III Tc	3 24	I Ef	6 43	II Tf	13 36	III Tc
1 17	II Sc	3 53	II Sc	8 59	II Sf	16 0	III Tf
1 17	II Tf	4 0	II Tf	9 16	III Tc	18 14	III Sc
1 28	I Ef	4 57	III Tc	11 40	III Tf	20 12	III Sf
3 7	III Tf	6 23	II Sf	14 12	III Sc		
3 47	II Sf	7 22	III Tf	16 10	III Sf	28 1 18	I Tc
6 6	III Sc	10 9	III Sc	23 17	I Tc	2 24	I Sc
8 6	III Sf	12 8	III Sf			3 29	I Tf
19 19	I Tc	21 18	I Tc	21 0 28	I Sc	4 33	I Sf
20 36	I Sc	22 32	I Sc	1 28	I Tf	22 29	I Oc
21 29	I Tf	23 28	I Tf	2 37	I Sf		
22 45	I Sf			20 29	I Oc	29 1 43	I Ef
		14 0 41	I Sf	22 59	II Oc	1 48	II Oc
7 16 32	I Oc	18 30	I Oc	23 48	I Ef	6 34	II Ef
17 27	II Oc	20 12	II Oc			19 48	I Tc
19 57	I Ef	21 53	I Ef	22 3 55	II Ef	20 53	I Sc
20 3	II Of			17 48	I Tc	21 59	I Tf
20 5	II Ec	15 1 16	II Ef	18 57	I Sc	23 2	I Sf

GRÁFICO DEL MES



Días del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

Satélites de Júpiter. Marzo 2000

I - Io. II - Europa. III - Ganimedes. IV – Calisto.

E- Eclipse.

O- Ocultación.

T- Tránsito del satélite por delante del disco del planeta.

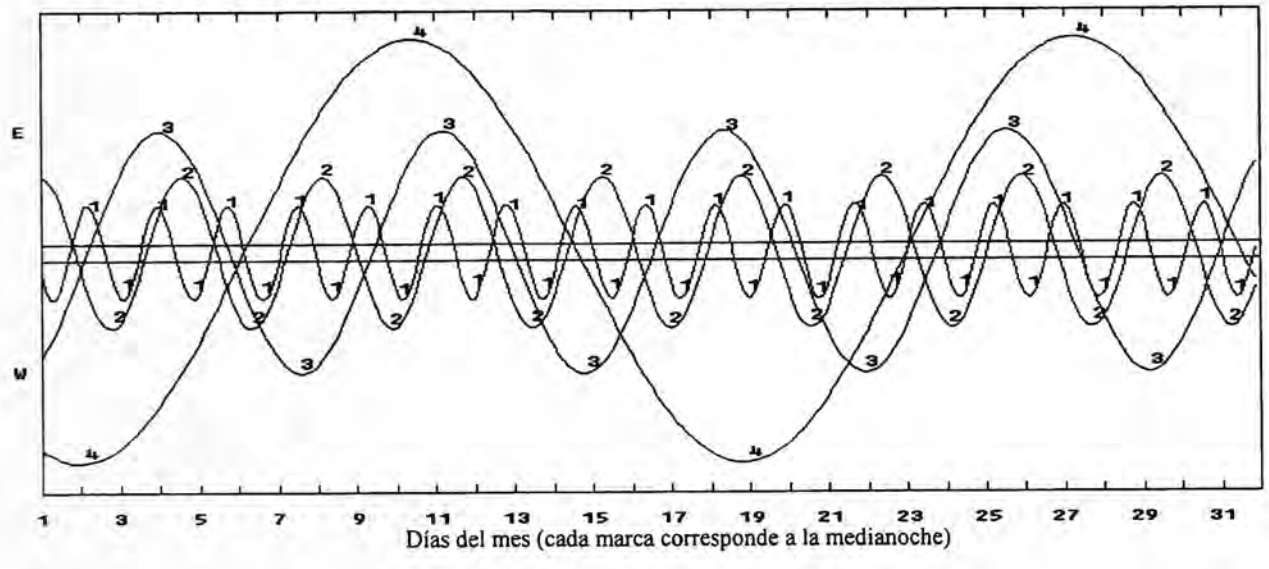
S- Proyección de la sombra del satélite sobre el disco del planeta.

c- comienzo del fenómeno

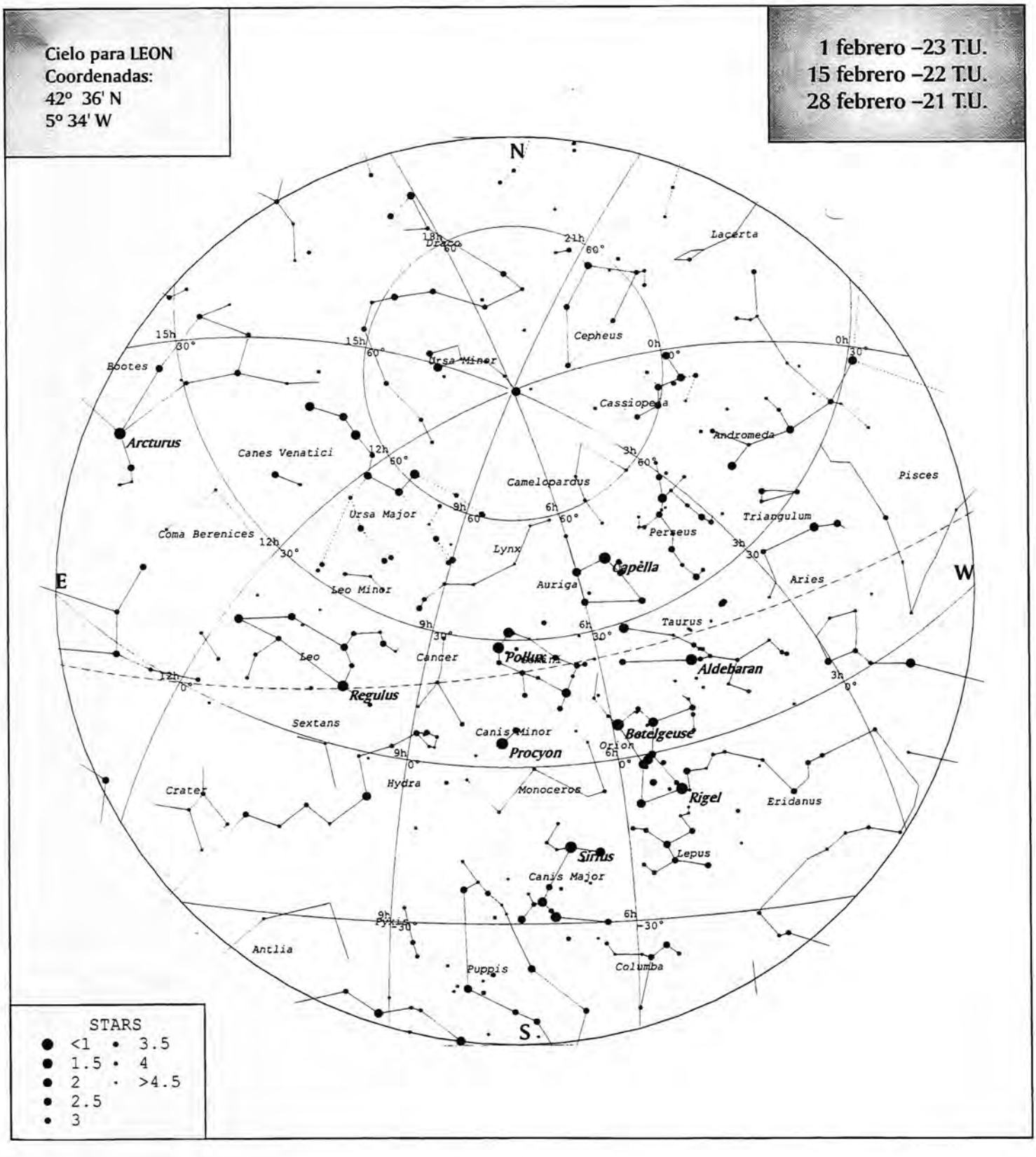
f- final del fenómeno

d	h	m			d	h	m			d	h	m			d	h	m		
1	16	59	I	Oc	9	1	37	II	Tf	16	18	6	III	Ef	24	17	32	I	Oc
	20	12	I	Ef		3	30	II	Sf		18	21	I	Tc		20	27	I	Ef
	20	17	II	Tc		7	59	III	Oc		19	13	I	Sc		23	43	II	Oc
	22	23	II	Sc		10	23	III	Of		20	32	I	Tf					
	22	51	II	Tf		12	5	III	Ec		21	22	I	Sf	25	3	47	II	Ef
						14	4	III	Ef							14	53	I	Tc
2	0	53	II	Sf		16	19	I	Tc	17	15	31	I	Oc		15	37	I	Sc
	3	34	III	Oc		17	17	I	Sc		18	31	I	Ef		17	4	I	Tf
	6	0	III	Of		18	30	I	Tf		20	52	II	Oc		17	47	I	Sf
	8	3	III	Ec		19	27	I	Sf										
	10	2	III	Ef						18	1	9	II	Ef	26	12	3	I	Oc
	14	18	I	Tc	10	13	30	I	Oc		12	51	I	Tc		14	55	I	Ef
	15	21	I	Sc		16	36	I	Ef		13	42	I	Sc		18	4	II	Tc
	16	29	I	Tf		18	1	II	Oc		15	2	I	Tf		19	30	II	Sc
	17	31	I	Sf		22	31	II	Ef		15	51	I	Sf		20	38	II	Tf
																22	1	II	Sf
3	11	29	I	Oc	11	10	50	I	Tc	19	10	1	I	Oc					
	14	41	I	Ef		11	46	I	Sc		13	0	I	Ef	27	7	20	III	Tc
	15	12	II	Oc		13	1	I	Tf		15	15	II	Tc		9	24	I	Tc
	19	52	II	Ef		13	56	I	Sf		16	54	II	Sc		9	40	III	Tf
											17	49	II	Tf		10	6	I	Sc
4	8	48	I	Tc	12	8	0	I	Oc		19	24	II	Sf		10	22	III	Sc
	9	50	I	Sc		11	5	I	Ef							11	35	I	Tf
	10	59	I	Tf		12	27	II	Tc	20	2	51	III	Tc		12	16	I	Sf
	12	0	I	Sf		14	18	II	Sc		5	12	III	Tf		12	19	III	Sf
						15	1	II	Tf		6	20	III	Sc					
5	5	59	I	Oc		16	48	II	Sf		7	22	I	Tc	28	6	33	I	Oc
	9	10	I	Ef		22	24	III	Tc		8	11	I	Sc		9	24	I	Ef
	9	40	II	Tc							8	17	III	Sf		13	9	II	Oc
	11	41	II	Sc	13	0	46	III	Tf		9	33	I	Tf		17	6	II	Ef
	12	14	II	Tf		2	18	III	Sc		10	20	I	Sf					
	14	11	II	Sf		4	15	III	Sf						29	3	54	I	Tc
	17	59	III	Tc		5	20	I	Tc	21	4	32	I	Oc		4	35	I	Sc
	20	22	III	Tf		6	15	I	Sc		7	29	I	Ef		6	5	I	Tf
	22	16	III	Sc		7	31	I	Tf		10	18	II	Oc		6	45	I	Sf
						8	24	I	Sf		14	28	II	Ef					
6	0	13	III	Sf											30	1	4	I	Oc
	3	19	I	Tc	14	2	30	I	Oc	22	1	52	I	Tc		3	53	I	Ef
	4	19	I	Sc		5	34	I	Ef		2	40	I	Sc		7	28	II	Tc
	5	30	I	Tf		7	27	II	Oc		4	3	I	Tf		8	48	II	Sc
	6	29	I	Sf		11	50	II	Ef		4	49	I	Sf		10	3	II	Tf
						23	50	I	Tc		23	2	I	Oc		11	19	II	Sf
7	0	30	I	Oc												21	22	III	Oc
	3	39	I	Ef	15	0	44	I	Sc	23	1	58	I	Ef		22	25	I	Tc
	4	37	II	Oc		2	1	I	Tf		4	39	II	Tc		23	4	I	Sc
	9	12	II	Ef		2	53	I	Sf		6	12	II	Sc		23	43	III	Of
	21	49	I	Tc		21	1	I	Oc		7	13	II	Tf					
	22	48	I	Sc							8	42	II	Sf	31	0	10	III	Ec
					15	0	3	I	Ef		16	53	III	Oc		0	36	I	Tf
8	0	0	I	Tf		1	51	II	Tc		19	15	III	Of		1	14	I	Sf
	0	58	I	Sf		3	36	II	Sc		20	9	III	Ec		2	8	III	Ef
	19	0	I	Oc		4	25	II	Tf		20	23	I	Tc		19	34	I	Oc
	22	7	I	Ef		6	6	II	Sf		21	8	I	Sc		22	22	I	Ef
	23	4	II	Tc		12	25	III	Oc		22	7	III	Ef					
						14	49	III	Of		22	34	I	Tf					
9	1	0	II	Sc		16	7	III	Ec		23	18	I	Sf					

GRÁFICO DEL MES



EL CIELO EN FEBRERO

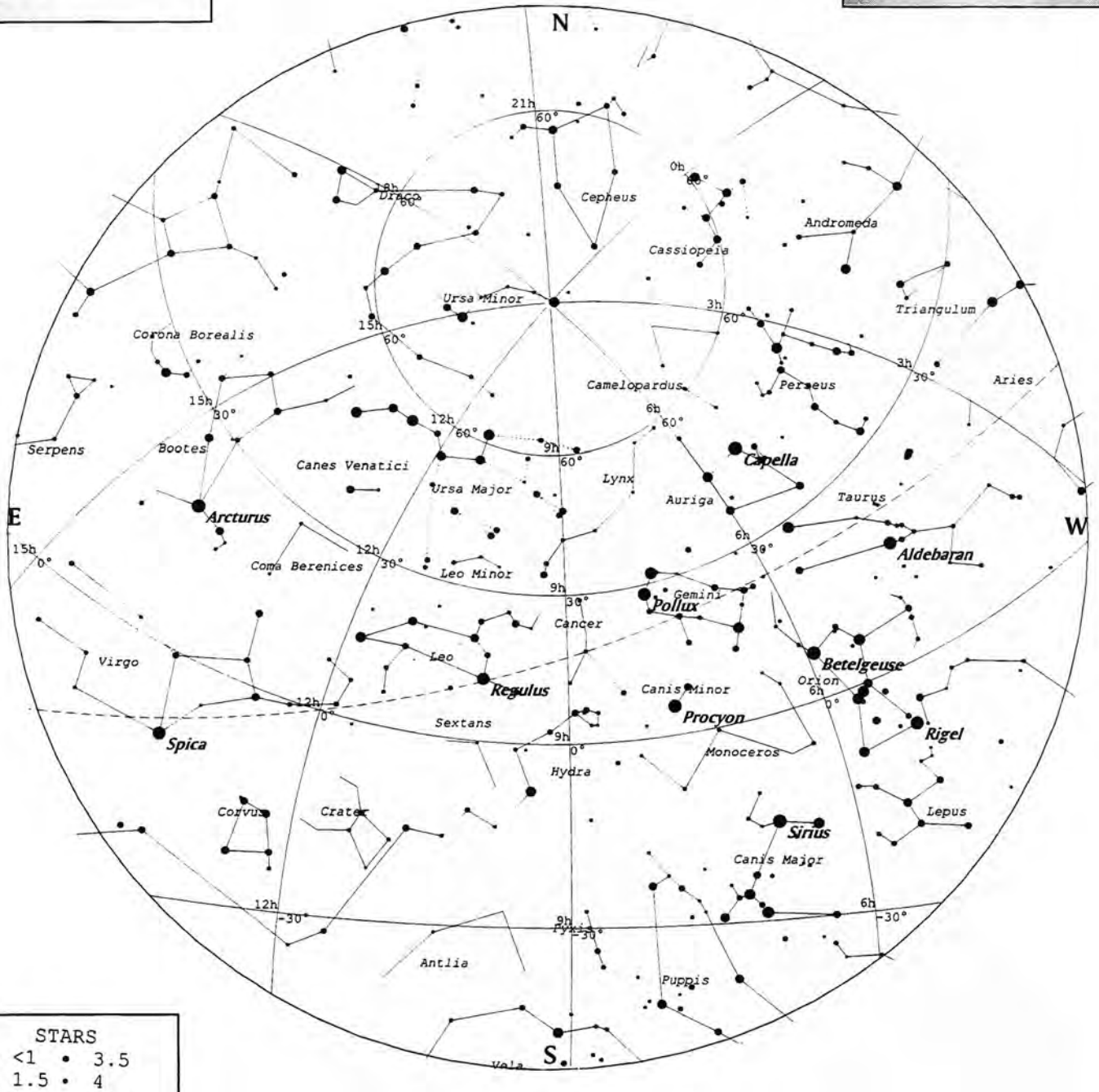


Iván Campo

EL CIELO EN MARZO

Cielo para LEON
Coordenadas:
42º 36' N
5º 34' W

1 marzo –23 T.U.
15 marzo –22 T.U.
28 marzo –21 T.U.

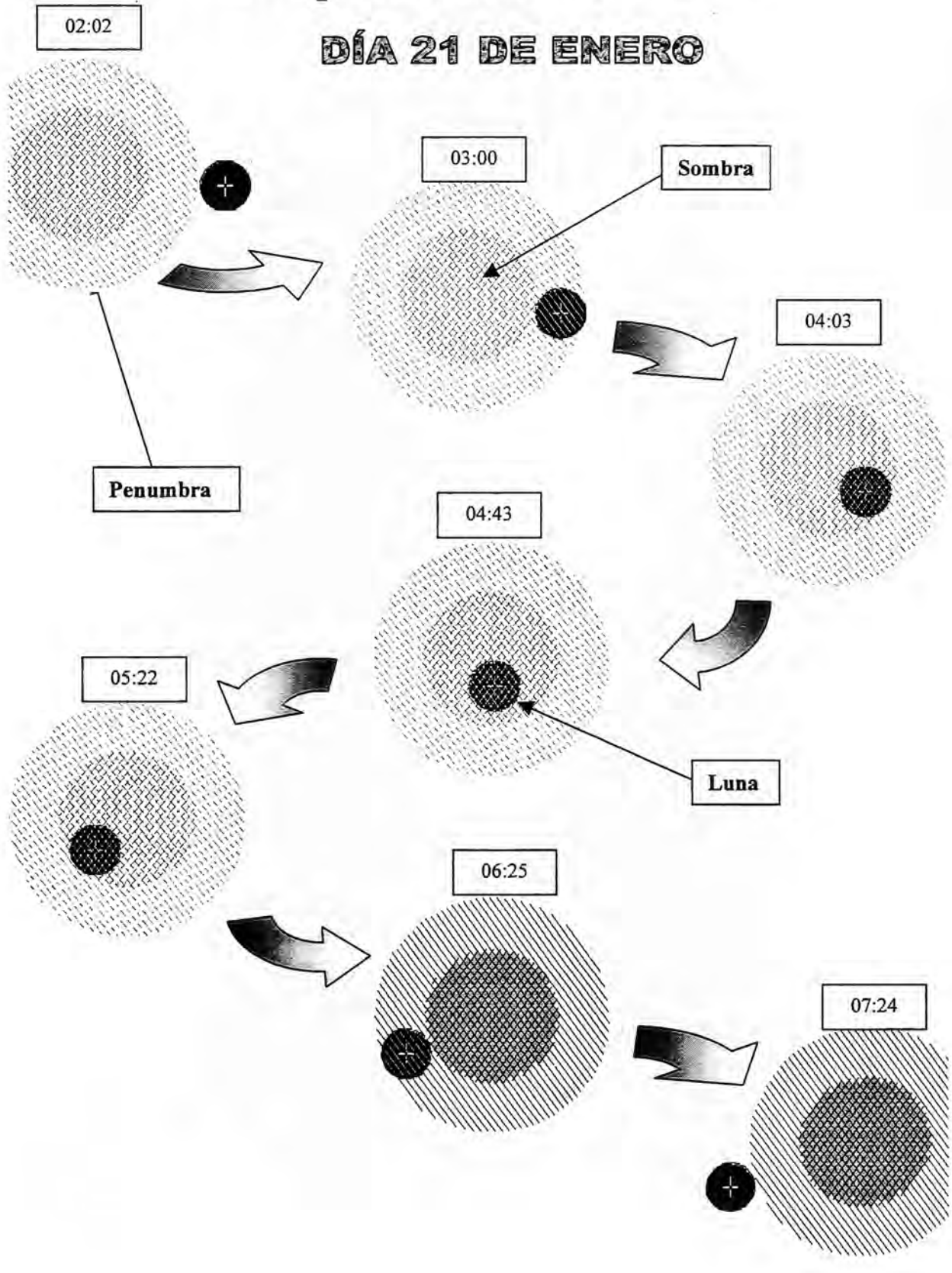


STARS
- <1 • 3.5
- 1.5 • 4
- 2 • >4.5
- 2.5
- 3

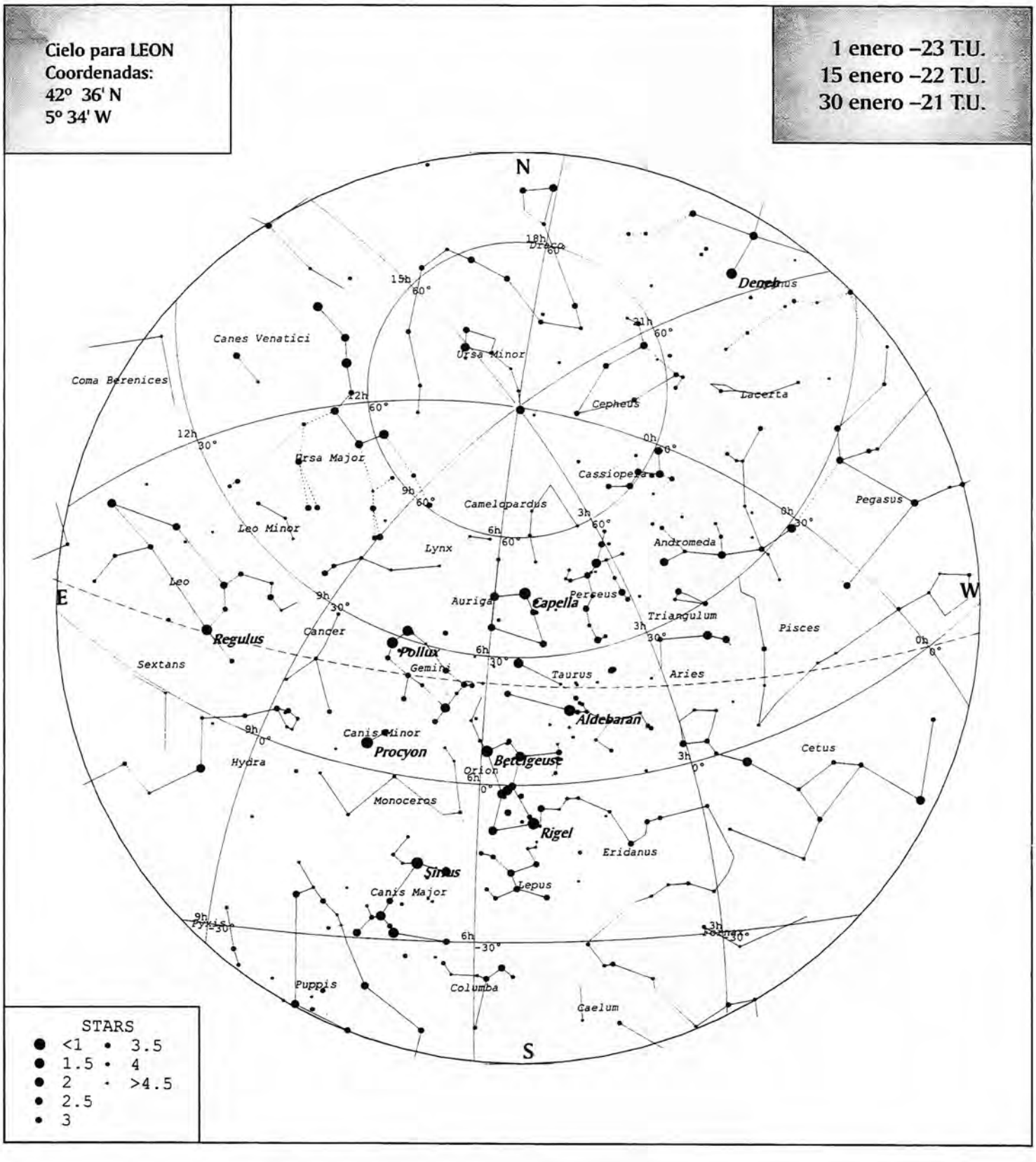
Iván Campo

Eclipse total de Luna

DÍA 21 DE ENERO



EL CIELO EN ENERO



Iván Campo

Efemérides de todo el año

➢ ECLIPSES DE SOL EN 2000

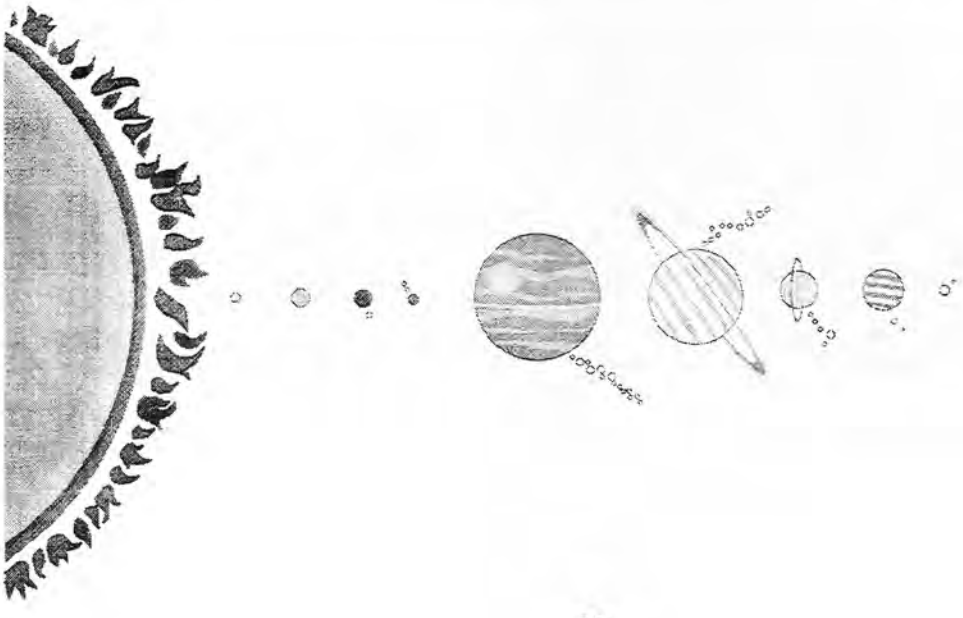
5 de febrero: Eclipse parcial invisible en España
1 de julio: Eclipse parcial invisible en España
31 de julio: Eclipse parcial invisible en España
25 de diciembre: Eclipse parcial invisible en España

➢ ECLIPSES DE LUNA EN 2000

21 de enero: Eclipse total visible desde León. La información sobre este eclipse figura en hoja aparte.
16 de julio: Eclipse total invisible en España.

➢ EFEMÉRIDES DE LOS PLANETAS

	Conjunción superior	Conjunción inferior	Elongación Este	Elongación Oeste	Conjunción	Oposición
Mercurio	16 de enero 9 de mayo 22 de agosto 25 de diciembre	1 de marzo 6 de julio 30 de octubre	14 de febrero 9 de junio 6 de octubre	28 de marzo 27 de julio 15 de noviembre		
Venus	11 de junio					
Marte					1 de julio	
Júpiter					8 de mayo	28 de noviembre
Saturno					10 de mayo	19 de noviembre
Urano					6 de febrero	11 de agosto
Neptuno					24 de enero	27 de julio
Plutón					4 de diciembre	1 de junio



Tratamiento de Imágenes Astronómicas

Javier Soto

Las técnicas de filtrado se usan de forma habitual en Astronomía. Según la técnica empleada, los procesos pueden ser más o menos largos. Nosotros distinguiremos entre dos tipos de filtrado: el espacial y el de frecuencia.

Filtrado espacial

Llamamos así al que se realiza directamente sobre la imagen. Podemos trabajar directamente sobre un pixel o sobre un entorno del pixel. Los filtros más habituales son el suavizado (*blurring*) y el afilado o resaltado de bordes (*sharpening*). Una combinación de ambos, suavizado y afilado, es el filtro conocido como *Unsharp Mask*.

Se llama filtrado espacial porque se realiza en el espacio, es decir, sobre coordenadas x e y de la imagen. La forma de llevarlo a cabo es calcular un valor de pixel a partir de una máscara. Este proceso se llama **convolución** con una máscara. En este ejemplo las máscaras son pequeñas y el proceso es muy rápido.

25 21 14 18 **16** 15 26 18 19	*	1 1 1 1 4 1 1 1 1	=	25 21 14 18 **18** 15 26 18 19
Pixel y su entorno 3x3		Máscara		Resultado

En estas tablas tenemos un pixel (resaltado en negrita) y su entorno 3x3. El entorno puede ser mayor, pero los cálculos son más largos. La máscara, en este caso, es un suavizado. Los números significan el peso relativo que se le da a cada pixel. Al pixel central se le da una importancia 4 veces mayor que a los demás. El resultado de aplicar la máscara es la suma de cada pixel multiplicado por el valor en la misma posición de la máscara, y el total dividido entre la suma de valores de la máscara:

$$(25*1 + 21*1 + 14*1 + 18*1 + 16*4 + 15*1 + 26*1 + 18*1 + 19*1) / 12 = 18.3$$

Como se trata de valores de un pixel se toma el número más cercano a 18.3 (el redondeo). El valor de este pixel en la nueva imagen será 18.

La máscara se aplica a cada uno de los pixeles de la imagen original no de la imagen resultante. Es decir, el resultado no se almacena sobre la imagen original, sino que ha de crearse otra nueva (esto se puede hacer en algunos casos para obtener ciertos efectos). El siguiente pixel al que se aplicaría la máscara sería el etiquetado con el valor 15, suponiendo que vamos en esa dirección. Los pixeles de los bordes y de las esquinas necesitan un tratamiento con una máscara recortada, ya que no hay pixeles adyacentes en algunas direcciones.

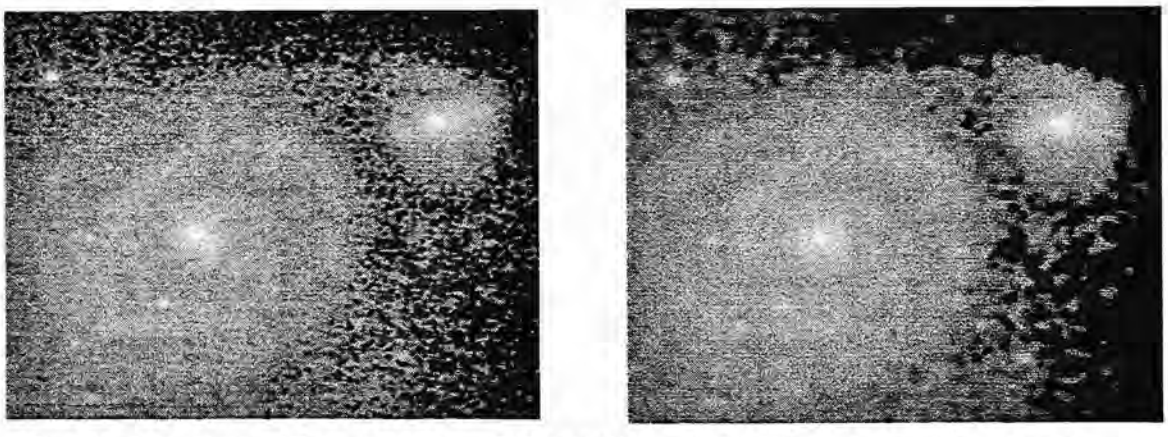


Fig. 1. Parte de una imagen de M51 tomada con una CCD Starlight Xpress MX5 y su imagen suavizada con un filtro de mediana 5 x 5. Se reduce la *pixelación*. Fotografías: Javier Soto.

Los valores de la máscara pueden ser negativos. En este caso se obtienen afilados en vez de suavizados.

Algunas aplicaciones comerciales, tal como PhotoStyler o PhotoShop disponen de un filtro de usuario. Este consiste en una matriz de 5 x 5 que representa la máscara y que el usuario rellena con sus propios valores. Podemos así ejecutar filtros que no están implementados en el programa.

Este tipo de convolución se ejecuta con una máscara que es mucho más pequeña que la imagen. El cálculo se efectúa directamente sobre cada pixel.

Filtrado en el dominio de la frecuencia

Las máscaras pueden ser tan grandes como la propia imagen. Está claro que en este caso la cantidad de cálculos es mucho mayor. La aplicación de una máscara grande nos da una convolución. En estos casos no se aplica directamente, sino por medio de **transformadas de Fourier**. La razón: porque es computacionalmente ventajoso. Esto es posible debido a que la operación de convolución de dos funciones (una imagen y una máscara) es igual que el producto de sus transformadas de Fourier:

$$f * h = F \cdot H$$

donde el operador * no es una multiplicación, sino una convolución. Las letras minúsculas representan las funciones y las mayúsculas sus transformadas de Fourier.

Pero, ¿qué es una transformada de Fourier?. Es una operación matemática que descompone una onda compleja en ondas simples, del tipo seno y coseno. El cerebro humano realiza transformadas de Fourier constantemente y ¡en tiempo real!. Veamos un ejemplo:

Todos los instrumentos pueden hacer sonar una nota musical, digamos la nota RE. Sin embargo, a nosotros nos suena diferente un RE de flauta que un RE de piano. Esto es debido al timbre. El timbre es la característica de un sonido que nos hace diferenciar un sonido de otro de la misma frecuencia. Reconocemos a las personas por su timbre. El timbre es el resultado de sumar todas las ondas emitidas por un instrumento. Porque un instrumento que emite la nota RE, además de vibrar en esa frecuencia, también lo hace en frecuencias que son múltiplos de RE, pero no en todos los múltiplos. Eso depende de la construcción del instrumento, del tamaño de la caja de resonancia, del material, ... Las ondas múltiplos de la frecuencia fundamental se llaman **armónicos**.

Pues bien, el oído capta una onda compleja que es la suma de todas las frecuencias de todos los instrumentos de una orquesta. El cerebro descompone esa única onda en una serie de frecuencias, con lo cual somos capaces de escuchar los distintos instrumentos. Los datos han pasado del dominio espacial al dominio de la frecuencia: en un instante dado podemos representar este sonido de dos formas: mediante una onda complicada en el espacio o mediante una serie de líneas de frecuencia, cuya suma es la onda original.

Al igual que el cerebro descompone un sonido en distintos instrumentos, la operación matemática conocida como transformada de Fourier descompone una onda complicada en ondas sencillas del tipo seno y coseno. La suma directa de ondas se realiza de forma rápida y fácil, pero la operación inversa, la descomposición en frecuencias fundamentales, es mucho más complicada y esto es lo que hace la transformada de Fourier.

La función a la que se aplica una tranformada puede ser una onda de sonido. Así es como se arreglan los ruidos de una grabación, eliminado ciertas frecuencias. También puede ser una función cualquiera, incluso de dos dimensiones, como una imagen. Una imagen es una función BRILLO de dos variables: las coordenadas x e y.

Aplicando la transformada a una imagen se obtiene su espectro de frecuencias. Ahora es el momento de aplicar el filtro deseado. Si eliminamos las frecuencias bajas estamos aplicando un filtro de resaltado de las altas frecuencias, que son las que llevan la información sobre los bordes de los objetos. Las bajas frecuencias llevan la información sobre las zonas de brillo alto y brillo bajo.

Si la relación señal/ruido (SNR) es suficientemente buena, es decir, si el ruido deforma la señal pero no la llega a destruir, se puede eliminar de la siguiente manera: Reducimos la amplitud (intensidad) de todas las

frecuencias en un pequeño porcentaje, digamos un 8%. Las señales que se conviertan en negativas se ponen a cero. A continuación multiplicamos por el factor inverso para obtener las amplitudes originales. Los datos que sean cero no se amplificarán porque estamos multiplicando. Las frecuencias de baja amplitud se han eliminado. Se calcula entonces la antitransformada de Fourier y ya tenemos la imagen restaurada.

El filtrado en el dominio de la frecuencia es, además de rápido, mucho más preciso que en el dominio del espacio. El inconveniente es que hay que saber qué frecuencias modificar y en qué medida. Algunos algoritmos hacen esto automáticamente. Por ejemplo, los algoritmos iterativos de deconvolución calculan una imagen aproximada a partir de la original. A partir de esta aproximación calculan una nueva imagen mejorada y así sucesivamente hasta que las diferencias entre dos imágenes consecutivas caen por debajo de cierto valor prefijado o hasta que el ruido empieza a tener una amplificación demasiado alta.

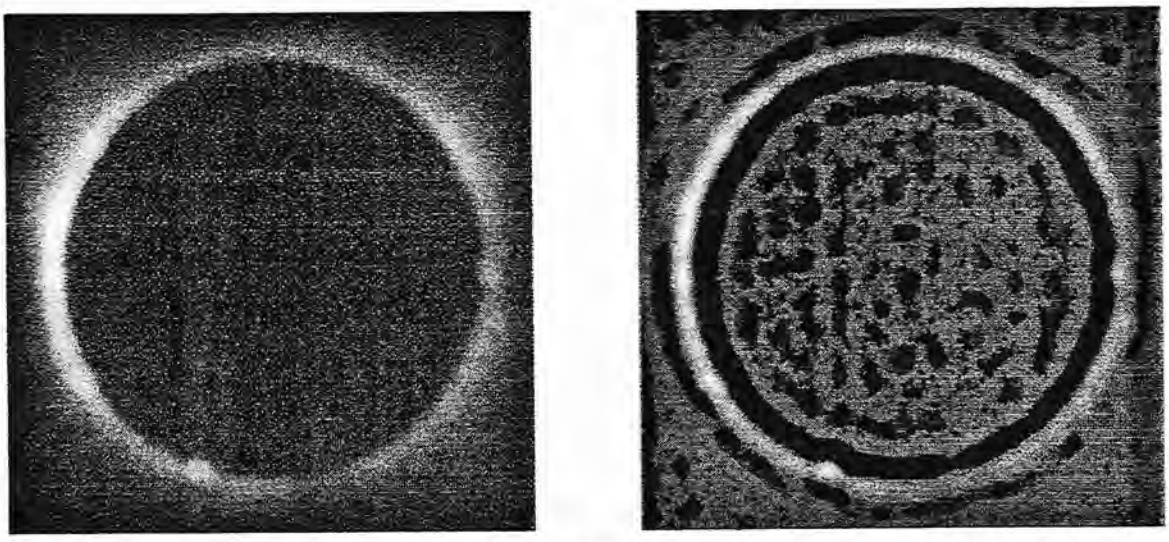


Fig. 2. Durante el segundo contacto el pasado 11 de Agosto de 1999, las tomas salieron ligeramente desenfocadas. La imagen de la derecha muestra una mejora obtenida mediante una deconvolución en dos iteraciones que se realizó por medio de transformadas de Fourier (Algoritmo Richardson-Lucy). La imagen se puede mejorar aún más, aumentando el número de iteraciones. Fotografías: Javier Soto.

Composición de Imágenes

Aunque no se trata de una técnica de filtrado comentaremos aquí este proceso porque permite conbinar varias imágenes de distintas exposiciones. Es el caso de los eclipses totales de Sol. Se toma la corona con tiempos variables, por ejemplo desde 1/250 hasta 2 segundos. Las imágenes con mayor tiempo de exposición revelan las partes más externas (y por tanto más débiles) de la corona; pero la corona interna queda completamente sobreexpuessta. En las imágenes de tiempo de exposición corto aparecen los detalles de la corona interna, pero la corona externa no ha tenido tiempo de impresionar la película.

¿Qué hacer para tener los detalles de todas las fotografías en una sola?

He aquí un proceso que ha aparecido recientemente en *Sky & Telescope* , salvo ligeras modificaciones de cosecha propia:

1. Centrar todas las fotografías del Sol eclipsado. El centro del Sol debe coincidir con el centro de la imagen.
2. Suavizar (con un filtro blur, mediana o despeckle) cada una de las imágenes. Llamaremos a estas imágenes *imágenes sin grano*. El suavizado elimina el granulado de la película.
3. Aplicar un filtro *radial blur* de 10° en modo spin (este es un filtro de Photoshop). Llamaremos a estas imágenes *imágenes suavizadas*.

4. Restar a cada imagen sin grano la imagen suavizada correspondiente. En Adobe Photoshop esto se consigue con el comando Apply image/Substract y un offset de 128 para aclarar la imagen resultante. A las imágenes resultantes las llamaremos *imágenes diferencia*.
5. Sumar secuencialmente todas las imágenes diferencia. En Adobe Photoshop esto se consigue con el comando Apply Image/Add y un offset de –128 (el mismo que antes habíamos sumado, ahora se lo restamos)
6. La imagen suma contiene todos los detalles de todas las fotografías, pero no tiene contraste. Esta imagen la multiplicaremos por la imagen sin grano de mayor tiempo de exposición. El resultado es la fotografía buscada.
7. Si se desea, ahora se pueden aplicar filtros convencionales, tales como brillo/contraste, suavizado, Unsharp Masking, etc. En el caso del Sol, la imagen con mayor tiempo de exposición puede contener un Sol demasiado velado por la corona. Con la varita mágica seleccionamos el interior del sol negro en una imagen de tiempo de exposición intermedio y la pegamos en nuestro resultado. Así tendremos un sol con el tiempo de exposición correcto sobre una composición de la corona, que es lo que nos interesaba. El efecto es espectacular.

Los pasos descritos se han basado en el programa de tratamiento de imágenes Adobe Photoshop, muy utilizado en artes gráficas y también por los astrófilos.

La siguiente imagen es el resultado de combinar siete fotografías con distintos tiempos de exposición del último eclipse total de Sol, el 11 de Agosto de 1999.

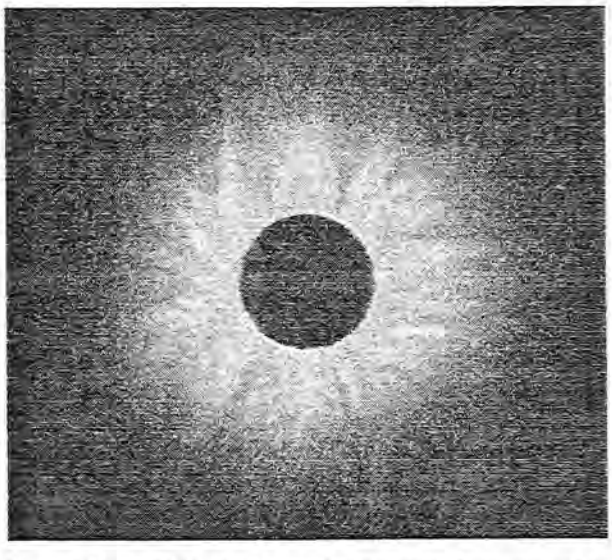


Figura 1. Composición de 7 tomas de la corona solar mas una del Sol eclipsado (11 de agosto de 1999) siguiendo los pasos indicados más arriba. Imágenes cedidas por Oswaldo González, Tenerife.

El ordenador es una herramienta que actualmente está al alcance de casi todo el mundo. Rápido, barato y con infinidad de posibilidades. Los conocimientos que se adquieren estudiando los problemas que hemos de resolver nos pueden servir en otras tareas no relacionadas son la Astronomía. Se disfruta mejorando una imagen, CCD o fotográfica, tanto como tomándola. Se disfruta viendo cómo evoluciona el programa que nosotros mismos hemos escrito...

Los programas comerciales realizan algunas tareas que nos interessan a nosotros, los aficcionados a la Astronomía, pero hay ciertos inconveniuentes: un solo programa no realiza **todas** las tareas que necesitamos; es necesario comprar varias aplicaciones. Esto supone, en el mejor de los casos, un fuerte desembolso que algunos no pueden permitirse. Y en el peor de los casos, no hay aplicaciones para ciertas tareas particulares. ¿La solución? Escribir nuestros propios programas. No pensemos que porque no se vaya a comercializar, un programa nuestro no vale nada. Si realiza el trabajo correctamente ya es algo. Si además nos hace disfrutar, ya es mucho.

Bibliografía

[1] *Digital Image Processing*. Rafael C. González. Paul Wintz. Addison-Wesley. 1977.
Un libro que cubre todos los aspectos generales de la restauración de imágenes.

[2] *Digital Image Processing*. Bernd Jähne. Springer-Verlag. 1991.
Algo más difícil que el anterior, pero complementario por cubrir aspectos no tratados en [1].

[3] *http://aurora.phys.utk.edu/~forrest/papers/fourier/index.html*
Introducción a las transformadas de Fourier.

[4] *http://www.njc.org/Research/Labs/Monk/decon1.html*
Algoritmo simple de deconvolución.

[5] *http://www.ele.auckland.ac.nz/students/biggs/mem.html*
Un algoritmo de Máxima entropía

[6] *http://www.univ-st-etienne.fr/eurise/pdupont/bib/max_entropy.html*
Bibliografía sobre el algoritmo de máxima entropía.

[7] *http://www.imm.dtu.dk/~pch/Regularization/deconv.html*
Aspectos numéricos de la deconvolución.

[8]*http://vela.astro.ulg.ac.be/themes/dataproc/deconv/engl/index.html*
Una página con algoritmos de deconvolución, ejemplos astronómicos,... Muy buena. De la Universidad de Liege.

[9] *http://www.mhri.edu.au/~pdb/sigproc/fft2d/*
Transformadas de Fourier en 2D (imágenes) con código fuente en Fortran. Interesante.

Se puede buscar más información en Internet a través de un buscador, como por ejemplo Yahoo, buscando Deconvolution, Richardson-Lucy algorithm, Blind deconvolution, Maximun entropy algorithm, etc... Cada página nos llevará a otras páginas interesantes.
También podemos busscar información sobre el telescopio esspacial. La mayoría de los algoritmos modernos están basados en los que se aplicaron al Hubble cuando aún no estaba corregido. Estas páginass nos conducirán a modernos métodos de tratamiento de imágenes astronómicas.
Algunas de las páginas que encontraremos son de pago: para desscargar un artículo hay que pagar o ser socio. Esto es lo que ocurre con las más interesantes: La página del *Astronomical Journal* es una de ellas.

[10] *Sky & Telescope*. Sky Publishing Corp.
Una revista mensual muy conocida en todo el mundo. Suele traer artículos de tratamiento de imágenes. La suscripción es relativamente barata, unos 60 dólares anuales. Papel muy bueno. Y la envían con mes y medio de antelación. Recomiendo una suscripción.

[11] *Investigación y Ciencia.*
Versión en español de *Scientific American*. Mensual. Es una revista de ciencia más general. Suele tener artículos de Astronomía. Nivel asequible para casi todo el mundo porque no tiene casi matemáticas. Muy recomendable. Si no se puede costear, consúltese en la Biblioteca Pública.

Agradecemos a Javier Soto, de Avila, su colaboración.

LA BIBLIOTECA

Saúl Blanco

Ronan, C. A.: "*Manual del Astrónomo Aficionado*". Editorial Everest.

Los "manuales para astrónomos aficionados" forman realmente todo un subgénero dentro de la divulgación astronómica, y cada vez es mayor y más variado el número de obras, más o menos acertadas, que cualquier interesado puede encontrar en el mercado editorial español. En nuestra biblioteca de la Asociación contamos con una buena representación de estos "manuales", si bien el que hoy comentamos reúne varias peculiaridades que lo hacen especialmente atractivo. Colin A. Ronan, viejo conocido de los aficionados a la divulgación científica, es autor de otros títulos relacionados con la Astronomía, como el excelente "Secretos del Cosmos". Aquí nos presenta un variopinto compendio de conocimientos básicos, datos útiles, cartografía y consejos que resultarán de interés para el aficionado, sea cual sea su nivel de experiencia o grado de especialización. Las páginas dedicadas a Astronomía en sentido estricto realizan un somero pero clarificador repaso de diversos aspectos de esta disciplina o, al menos, aquellos que pueden ser de interés para el aficionado ansioso por situarse cuanto antes detrás del ocular.

Es, sin embargo, la curiosa estructuración del texto lo que hace de éste un "manual" especialmente singular. En efecto, casi la mitad del libro lo dedica el autor a lo que él llama "el cielo a la luz del día". La inclusión de estos capítulos dedicados a la observación diurna del cielo, si bien no tiene mucha relación con la Astronomía, si que incita a aguardar el ocaso de forma entretenida e instructiva. Todo un acierto del Dr. Ronan, que no es corriente en otros tratados. Los temas que aborda en esta sección no son una simple distracción para el astrónomo estrictamente nocturno, sino que forman una sólida base en otras ciencias como la óptica, la meteorología y la climatología; llegando incluso a explicar cómo se construye una estación meteorológica. El autor consigue de esta forma hacer del cielo diurno un espectáculo tan maravilloso e interesante para el aficionado como el firmamento estrellado de la noche.

La claridad y el rigor expositivo no desaparecen al adentrarse en la Astronomía clásica, que ocupa el resto de la obra. Tras el inevitable y acertado paseo por el Sistema Solar (los apartados dedicados al Sol y las auroras boreales se incluyen en el "cielo diurno"), el autor nos adentra en el mundo de la cosmografía a través de una sucinta revisión de los aspectos teóricos que todo aficionado ha de tener en cuenta en su labor. En los mapas celestes, el autor se decanta por la representación "por sectores" longitudinales, sin separación de hemisferios, lo que obliga al lector a cambiar constantemente de página a lo largo de la noche. La exactitud y definición cartográfica no rebasan las que un aficionado medio puede precisar, sin llegar a ser un atlas celeste, pero remarcando aquellos objetos que pueden resultar de interés.

La última sección del libro, llamada "Observación y Registro del Cielo", es demasiado telegráfica, y no llega a desarrollar sino meras introducciones a temas cada día más importantes como la Astrofotografía o el aparataje astronómico. La obra termina con útiles apéndices -incluyendo un glosario y un índice de referencias-, con tablas de visibilidad planetarias y eclipses. La lista de satélites necesita una revisión. Se echa

de menos una ampliación bibliográfica y un listado de contactos con organizaciones astronómicas

En resumen, estamos ante una obra que, si bien parece dirigirse a un público no iniciado, puede ser una utilísima referencia para refrescar la memoria al aficionado, cuando no una iniciación hacia ciencias paralelas ya comentadas. No se ha escatimado en la presentación e ilustración, y el estilo ameno y sencillo del autor garantizan una lectura fácil que permite complementarse con una fácil función de "consulta rápida" imprescindible en cualquier manual.

LISTA DE LIBROS EN LA BIBLIOTECA DE LA ASOCIACIÓN

Agrupación Astronómica de Madrid. VIII JORNADAS NACIONALES DE ASTRONOMÍA.
Albá y Montagut, Francesc. TELESCOPIO Y OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA.
Anguita, Francisco. HISTORIA DE MARTE. MITO, EXPLORACIÓN, FUTURO.
Arnau, Arturo. ¿QUÉ HAY ENTRE LAS ESTRELLAS?
Asimov, Isaac. DE SATURNO A PLUTÓN.
Asimov, Isaac. EL SOL.
Asimov, Isaac. MARTE, EL PLANETA ROJO.
Asimov, Isaac. MERCURIO, EL PLANETA VELOZ.
Bertaux, J.L. DEL OTRO LADO DEL SOL.
Bravo, Silvia. ENCUENTRO CON UNA ESTRELLA.
Bruno, Giordano. DEL INFINITO: EL UNIVERSO Y LOS MUNDOS.
Calvet, E. INICIACIÓN A LA OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA. TEXTO Y ATLAS.
Comellas, José Luis. GUÍA DEL FIRMAMENTO (2 ejemplares).
Comellas, José Luis. EL UNIVERSO.
Comellas, José Luis. El cielo de Colón.
Comisión Nacional de Metrología. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES.
de Luis, Begoña. EL UNIVERSO. GUÍA DIDÁCTICA.
Diputación de León. GUÍA TURÍSTICA DE LEÓN.
Dominguez, F. y Tejero, G. TOPOGRAFÍA ABREVIADA.
Favero, Giancarlo. ESTRELLAS, GALAXIAS Y PLANETAS.
García Conejo, J.L.. DICCIONARIO DE ASTRONOMÍA.
Golfryd, Osky y otros. STEPHEN HAWKING Y SU HISTORIA DEL TIEMPO.
Gonzalo, J.A. y otros. COSMOLOGÍA ASTROFÍSICA.
Greenstein, George. ESTRELLA CONGELADA.
Grupo Astrófilo Lariano. CURSO DE ASTRONOMÍA PRÁCTICA.
Hagene, Bernard. LOS PLANETAS. EL SISTEMA SOLAR.
Hathaway, Nancy. EL UNIVERSO PARA CURIOSOS.
Henbest y Roffe. EL CIELO, DE NOCHE.
Herrmann,J. ATLAS DE ASTRONOMÍA.
Hoffman, Banesh. EINSTEIN
Instituto Geográfico Nacional. ANUARIO DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO 1996.
Instituto Geográfico Nacional. ANUARIO DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO 1997.
Instituto Geográfico Nacional. ANUARIO DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO 1998.
Instituto Geográfico Nacional. ANUARIO DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO 1999.
Kepler, Johannes. EL SECRETO DEL UNIVERSO.
Lacroux. J. INICIACIÓN A LA ASTRONOMÍA.
Lacroux y Berthier. MANUAL DE OBSERVACIÓN Y FOTOGRAFÍA ASTRONÓMICA.
Ligon, Thomas. DANCE OF THE PLANETS.
Lorente, José Luis. RELOJES DE SOL EN LEÓN.
Martínez, Patrick. ASTROFOTOGRAFÍA (hay dos ejemplares).
Medina Peralta, M. ELEMENTOS DE ASTRONOMÍA DE POSICIÓN.
Moore, Patrick. ASTRONOMÍA. APRENDE TÚ SOLO.
Moore, Patrick. CÓMO DESCUBRIR EL FIRMAMENTO CON PRISMÁTICOS.
Observatorio de San Fernando. EFEMÉRIDES ASTRONÓMICAS 1996.
Observatorio de San Fernando. EFEMÉRIDES ASTRONÓMICAS 1997.
Observatorio de San Fernando. EFEMÉRIDES ASTRONÓMICAS 1998.
Observatorio de San Fernando. EFEMÉRIDES ASTRONÓMICAS 1999.
Oliver, J.M. MANUAL PRÁCTICO DEL ASTRÓNOMO AFICIONADO.
Oliver, J.M. CÓMO UTILIZAR EL TELESCOPIO ASTRONÓMICO.
Prado, Juan Manuel, y otros. EXPLORACIÓN DEL ESPACIO (VOLUMEN I).
Ridpath y Tirion. GUÍA MENSUAL DEL CIELO.
Rodriguez, Cándido. EL SOL.
Ronan, Coli A. MANUAL DEL ASTRÓNOMO AFICIONADO.
Roure, Ramón. CONSTRUCCIÓN DEL TELESCOPIO DE 150 MM. TOMO I.
Sagan, Carl. COSMOS.
Sagan, Carl. EL MUNDO Y SUS DEMONIOS.
Sagan, Carl. UN PUNTO AZUL PÁLIDO.
Seymour, Percy. AVENTURAS CON LA ASTRONOMÍA.
Sizaire, Pierre. GUÍA DE LAS ESTRELLAS.
Smith, R.W.. EL UNIVERSO EN EXPANSIÓN.
Trigo y Rodriguez, J.M.. METEOROS.
Wheeler, J.A.. UN VIAJE POR LA GRAVEDAD Y EL ESPACIO TIEMPO.
Widmann y Schütte. GUÍA DE LAS ESTRELLAS.
Wilkins y Moore. THE MOON.

17 de noviembre de 1999, La noche de las estrellas.

Javier Álvarez, Iván Campo, Héctor de Dios, Felipe Fraile, Víctor González y Verónica Hernández

A principios de noviembre del año pasado un tema capitalizaba las conversaciones entre gran parte de los aficionados a la astronomía: las Leónidas.

Esta lluvia de meteoros es producida por el rastro de polvo que deja tras de sí el cometa Temple-Tuttle, que intercepta la órbita terrestre cada 33 años. Debido a esta particularidad, la Tierra recoge la "siembra fresca" de dicho cometa cada idéntico ciclo, causando teóricamente una altísima cadencia en su "lluvia". Este ciclo se cumplía en 1998, y se esperaba por tanto un grandioso espectáculo celeste la noche del 17 al 18 de noviembre a tenor de las cifras que se manejaban. Y no se equivocaron. Al menos en el año y las cifras, porque el máximo se adelantó en torno a 12 horas respecto al horario previsto, de modo que la gran mayoría de aficionados llegamos tarde al espectáculo, y volvimos mojados de él, debido a una lluvia mucho más tangible... salvo algún que otro previsor, que se asomó a la ventana un día antes y nos relató el espectáculo.

Sin embargo, la Tierra pasa cada año por el mismo lugar y eso nos dio a todos la oportunidad de volver a contemplar tan magno espectáculo.

El 17 de noviembre de 1999 un grupo de seis aficionados, pertenecientes a la Asociación Leonesa de Astronomía, se preparó para pasar unas horas bajo la fría noche con la intención de observar las esperadísimas Leónidas y, si fuera posible, dejar constancia de ello, ya que el principal problema meteorológico no era el frío sino las nubes que habían cubierto el cielo durante los días anteriores. A continuación se relata todo lo sucedido.

10:30 P.M.

Nos reunimos en el local de la Asociación y nos disponemos a elegir el lugar de la observación. Es importante encontrar un sitio alejado de poblaciones para disponer de un cielo limpio de contaminación luminica. Las distintas ideas son puestas en común, y tras varias discusiones se hace necesaria una visita a la máquina del café. Por fin elegimos algún lugar de la Sobarriba y emprendemos la marcha.

11:00 P.M.

Comenzamos el trayecto repartidos en dos coches, y tras no pocas paradas, consultas y rodeos encontramos un lugar apropiado cerca de Golpejar de la Sobarriba.

11:30 P.M.

Llevamos a cabo el modesto despliegue de medios: tres cámaras fotográficas con su correspondiente trípode, y un par de prismáticos. Para observar una lluvia de estrellas no es necesario ningún otro instrumento como telescopios, o similares, basta con la propia vista.

00:00 P.M.

Antes de nada, realizamos la foto de familia, en previsión de que no nos encontremos en condiciones tras la observación.

00:30 P.M.

El panorama no es alentador pues las nubes cubren hasta el 70 % del cielo y principalmente el norte, donde esperamos la aparición de Leo. Las "lluvias de estrellas" toman el nombre de la constelación donde se encuentra el radiante, punto de donde parten teóricamente todos los meteoros. Sin embargo éstos se inflaman y emiten luz a unos 20 grados de distancia del radiante; por ello el lugar del cielo ideal para mirar se encontraría alrededor del radiante, pero no en éste.

1:15 A.M.

Las nubes comienzan a romperse y preparamos nuestros sacos y mantas para la observación. No es ningún capricho y sí muy útil llevar un saco de dormir o una manta en este tipo de observaciones, ya que la posición ideal es la de tumbado, mirando al cielo, lo que hace muy necesario un aislamiento del suelo.

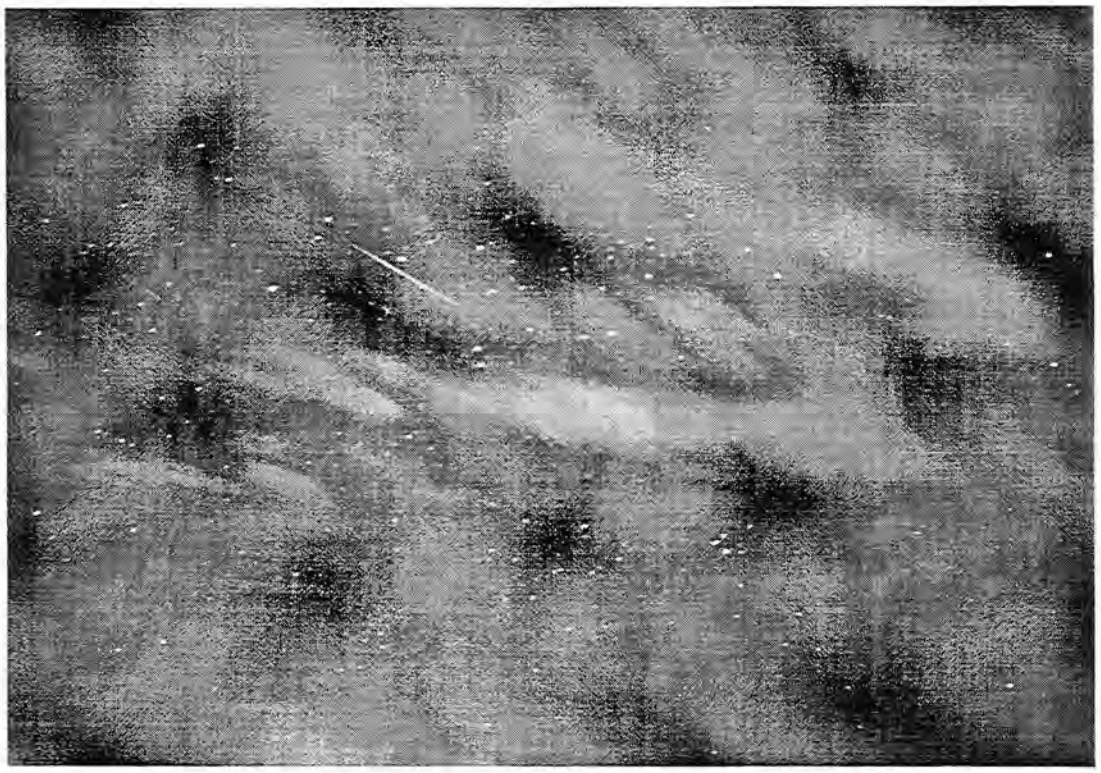
2:00 A.M.

Ya situados, el cielo se despeja de nubes y nos regala con todo su esplendor. Poco a poco la cadencia de los meteoros va aumentando, y aparecen en distintos lugares. Alguno de éstos llegan a dejar una estela ligeramente verdosa y observable durante cinco segundos aproximadamente. Nuestros cálculos indican 240 meteoros/hora

2:55 A.M.

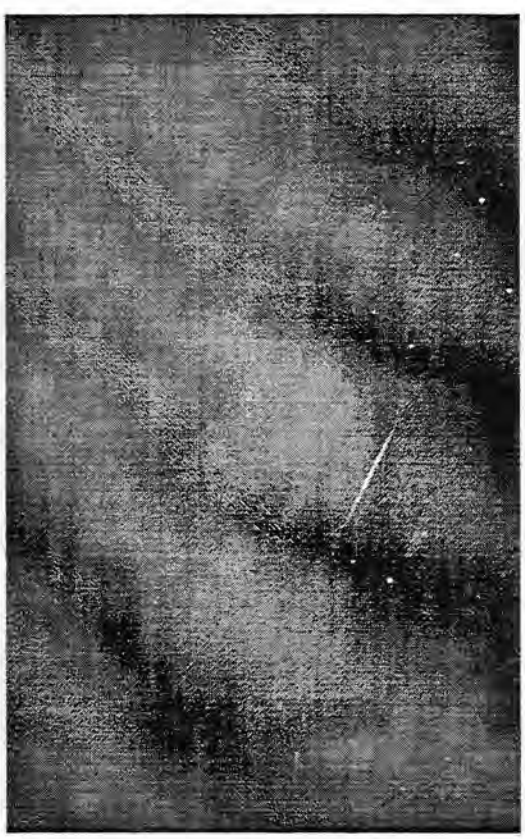
Seguimos observando, pasando frío y con una manta por la que luchábamos todos. Contábamos a grito pelado y llegamos a contar hasta uno cada dos segundos (1.800 meteoros/hora). Estábamos deslumbrados, no habíamos visto nunca otra cosa igual. Así que por poco nos olvidamos de las fotos. Pero sacamos a tiempo las cámaras y nos pusimos a tirar fotos. ¡ Y aquí tenéis lo que sacamos!

Fotografías de Iván Campo sin seguimiento con película Fujicolor Iso 800



Leónida en el Can Mayor y entre nubes.

Leónida en la zona de Auriga



Otra en la zona de Hidra

EL ESTUDIO COMPARADO ENTRE EL SOL Y LAS ESTRELLAS

Bernard Haisch y Jürgen Schmitt

Sky and Telescope, octubre 1999, página 46

Traducción: José María Pérez

La astronomía se diferencia de la física, la química y la biología en que es imposible realizar experimentos de laboratorio. Sólo podemos observar lo que el universo nos muestra. Normalmente, la vasta diversidad de fenómenos cósmicos sobradamente compensa este inconveniente. Sin embargo, los astrónomos solares se encuentran en una situación particular: sólo pueden observar un único Sol y en un momento determinado de su evolución. ¿Serían las manchas solares, las fáculas, las fulguraciones y las eyecciones coronarias de masa –fenómenos que colectivamente constituyen la actividad solar- diferentes si el Sol tuviera más o menos masa o si girase a velocidad diferente? ¿Fue el Sol más activo cuando era más joven? ¿Continuará siendo igual de activo cuando sea más viejo?

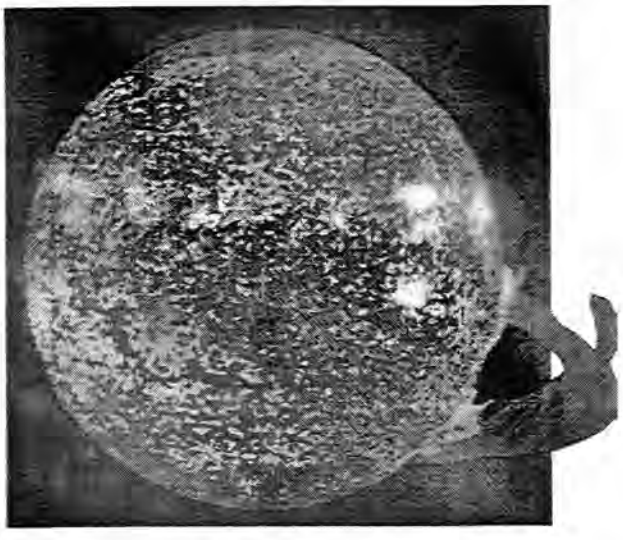
Es difícil dar respuesta a estas cuestiones mediante el estudio exclusivo del Sol. Y su interés no es simplemente académico. Las redes de energía eléctrica han sufrido sobrecargas por las tormentas geomagnéticas derivadas de la actividad solar y los astronautas en órbita terrestre pueden soportar riesgos cuando el Sol expulsa grandes cantidades de partículas energéticas. Más grave aún, los cambios significativos del clima de la Tierra pueden estar relacionados con cambios de larga duración de la actividad solar: en el siglo XVII, la actividad solar casi desapareció y los inviernos en la Tierra fueron significativamente más fríos. ¿Cuál es la probabilidad de que el Sol vuelva a experimentar una situación como ésa? Finalmente, ¿qué hay sobre la posibilidad de otras civilizaciones cósmicas? La evolución de la vida en otros sistemas solares que se están empezando a descubrir depende del comportamiento de sus respectivos soles. Estudiando la actividad magnética en otras estrellas, tales cuestiones pueden ser tratadas y esto es lo que está intentando la astrofísica solar-estelar.

La física solar ha tratado tradicionalmente de los cambios a corto plazo en la atmósfera de nuestro Sol. Los estudios estelares, por otra parte, se concentraron durante décadas en propiedades estáticas: su principal meta era comprender la evolución de las estrellas en períodos de tiempo muy largos. Pero ahora, cuando instrumentos situados en el espacio han abierto ventanas espectrales que durante mucho tiempo estuvieron bloqueadas por la atmósfera de la Tierra, se está produciendo un cambio de perspectiva. Con las nuevas ventanas en alta energía proporcionadas por los cohetes y los satélites científicos, los astrónomos han derivado mucha de su atención sobre el interior y la superficie de las estrellas a la actividad que tiene lugar en sus atmósferas exteriores. En muchas estrellas, tal actividad incluye un abanico de fenómenos mucho más amplio que en nuestro propio Sol. Aunque, como veremos, se cree que toda esta actividad se dirige normalmente a la liberación de energía magnética, como en nuestro Sol.

La proximidad del Sol permite imágenes muy detalladas, como las obtenidas por los satélites SOHO y TRACE. Pero, aunque mucho menos detalladas, son las observaciones de las estrellas las que permiten simular variaciones de los de otra forma parámetros solares fijos, proporcionando efectivamente un laboratorio natural para examinar los efectos de la edad, masa y rotación. La revolución inminente de la astrofísica en alta energía, basada en observaciones desde el espacio, nos está permitiendo desentrañar dos cuestiones importantes y relacionadas: ¿Cuál es la causa del calentamiento hasta el millón de grados de la corona solar y las de otras estrellas? ¿Y qué clase de actividad puede esperarse en el Sol futuro o en estrellas que son diferentes del Sol?

Papel del magnetismo en la corona solar

A lo largo de la historia de la humanidad, la corona del Sol se ha hecho visible durante los eclipses totales, que dejan ver la luz dispersada por los electrones coronarios. Hacia 1930, las observaciones espectroscópicas de la corona en luz visible habían localizado con precisión un buen número de líneas prominentes de emisión, pero los astrónomos no sabían cómo se producían. En los años 40, el puzzle se resolvió: átomos altamente ionizados de hierro y calcio eran los responsables de estas líneas. El estado altamente ionizado de estos elementos mostraba que algún mecanismo calentaba la tenue región externa del Sol hasta temperaturas de más de un millón de grados Kelvin. Pero esto cambió un misterio por otro: ¿cómo podían subir las temperaturas a tales enormes niveles desde unos "insignificantes" 5.770º K en la superficie emisora de la luz, la fotosfera? Desdichadamente, esto tenía todos los visos de ser una violación de las leyes de la termodinámica.



Cuando se obtuvieron las primeras fotografías de alta resolución del Sol en rayos-X se logró un cierto avance. En junio de 1968, un telescopio de rayos-X de alta resolución ascendió brevemente hasta una altitud de 250 kilómetros a bordo de un cohete-sonda. Desarrollado por el grupo de física solar de American Sciencie and Engineering, en Cambridge, Massachusetts, el telescopio tomó fotografías en rayos-X con una resolución sin precedentes de varios segundos de arco. La corona que aparecía en estas imágenes era completamente diferente de aquella con la que estábamos familiarizados a través de los eclipses: consistía en gigantescos lazos llenos de plasma que emitía rayos-X, y por consiguiente, muy calientes. Las nuevas fotografías de alta resolución en rayos-X dieron las primeras pistas de que la atmósfera externa del Sol estaba estructurada por campos magnéticos.

Poco después, fotografías en rayos-X tomadas con breves intervalos desde el Skylab mostraron que estas estructuras cambian constantemente. Tanto la falta de homogeneidad como su variabilidad forzaron a los investigadores a desechar las hipótesis aceptadas hasta entonces, que afirmaban que ondas sónicas, generadas por el gas turbulento que fluye bajo la superficie del Sol, se propagaban por el interior de la corona y la calentaban.

La acción colectiva de estas ubicuas ondas sónicas sería uniforme e invariable, justo lo opuesto de lo que se observaba (además, más tarde se ha demostrado que tales ondas, de existir, serían 1000 veces más débiles de lo necesario para dar cuenta del calentamiento de la corona).

Los astrónomos comenzaron a comprender que los movedizos y variables campos magnéticos debían ser los responsables del calentamiento de la corona. Robert Rosner (entonces en la Universidad de Harvard) y sus colegas desarrollaron un modelo en el que los lazos coronarios actúan como "botellas" magnéticas para la materia caliente e ionizada. Este modelo nada dice acerca de dónde viene la energía que calienta el plasma de los lazos. Pero propone que las colisiones de tales lazos convertirían la energía magnética en calor, y esto ayudaría a explicar por qué la corona del Sol es altamente estructurada y extremadamente variable.

(Continuará)

COMPROMETIDOS CON LA CULTURA

Caja España

Obra Cultural